

# RADIO- RUNDSCHAU

Technisch-wirtschaftliche Zeitschrift

2. Jahrg. Mai-Juni 1947 Nr. 5/6

Redaktion und Verwaltung:  
Wien V, Margareten Gürtel 124 / Telefon A 35-4-70

## INHALT:

	Seite
Die Arbeit der Amateure . . . . .	49
Lautsprecheranlagen . . . . .	50
Eine österreichische Elektrotechnische Versuchsanstalt . . . . .	51
Optische Schwingungsaufzeichnung . . . . .	52
Ein Prüfgenerator von 700 Hz bis 600 MHz . . . . .	54
Schwingungskreise für Dezi- und Zenti- meterwellen II . . . . .	55
Neues vom Radio . . . . .	60
Antennen . . . . .	63
Radiosonden für den Wetterdienst . . . . .	64
Fachliteratur . . . . .	66
Etwas zum Überlegen . . . . .	67
Radiowirtschaft . . . . .	67
Die Universalmischröhre UCH 4 . . . . .	68
Ein trennscharfer Ortsempfänger . . . . .	70

## Im Mitteilungsblatt:

Erhöhung der Radiogebühr . . . . .	17
Allstromverstärker . . . . .	18
Zweiröhrenempfänger für All- und Wechselstrom . . . . .	19
Der Dänische Arbeiter-Radiobund . . . . .	20
Vorsorge für den Winter . . . . .	21
Kleines Prüfgerät . . . . .	22
Reparatur von Radioapparaten . . . . .	23
Glimmlampentongenerator . . . . .	24
Aus unseren Ortsgruppen . . . . .	24
Umrechnungstabellen . . . . .	24

Die  
**RADIO-RUNDSCHAU**  
erscheint monatlich

## Bezugsbedingungen:

Für Mitglieder des Österr. Arbeiter-  
Radiobundes **kostenlos**, sonst:  
Einzelnummer S 2.50  
Doppelnummer S 5.—  
Halbjahresabonnement S 14.—  
einschließlich Postgebühren

## Abonnements-Annahme:

Verwaltung der Radio-Rundschau  
Wien V, Margareten Gürtel 124

## Unser Umschlagbild:

Dr. V. K. Zworykin ist derzeit einer der Leiter der  
Laboratorien der Radio-Corporation of Amerika.  
Das Ikonoskop, das er auf diesem Bild hält, ist  
das elektrische Auge der Fernsehaufnahmekamera  
und wurde von ihm erfunden. (American I. S. B.)

# Die Arbeit der Amateure

Es ist nun schon fast ein Vierteljahrhundert vergangen, seit der Rundfunk aus den Vereinigten Staaten nach Europa und damit auch nach Österreich gekommen ist. Viele werden sich nur schwer vorstellen können, was das Radio damals bedeutete, in einer Zeit, als die schlimmsten Wunden, die der Weltkrieg geschlagen hatte, gerade erst zu heilen begannen.

Die Begeisterung, die über das neue technische Wunder nicht nur die auch sonst technisch Interessierten erfaßte, war über alle Maßen groß. Der Bedarf an Apparaten nahm sprunghaft zu und nicht nur Fachgeschäfte, auch jeder einigermaßen Geschäftstüchtige, gleichgültig ob Schuhmacher oder Friseur, handelte mit Radioteilen. Die Industrie war, von wenigen Ausnahmen abgesehen, ebenso wie das Publikum von der neuen Technik durchaus überrascht und so kam es, daß die Radioapparate damals vorwiegend von kleinen Betrieben, vom Gewerbe und vor allem von den Amateuren erzeugt wurden.

Zahlreiche Menschen, alte und junge, Laien und Fachleute, wurden von der Leidenschaft des Radiobastelns gepackt und trugen ganz erheblich dazu bei, daß in kurzer Zeit der Rundfunk fast in jedem Haushalt zu finden war.

Anfangs standen nur wenige industriell hergestellte Einzelteile zur Verfügung, aber man wußte sich zu helfen. Blockkondensatoren aus Grammophonplatten, Stanniol und selbst paraffiniertem Papier, Klemmen, Detektorfassungen, Drehkondensatoren und alles sonst Erdenkliche entstand unter den geschickten Händen der begeisterten Amateure und die Zahl der selbstgebauten Apparate ging in die Hunderttausende.

Später, als die Röhrenempfänger kamen, als das Basteln teurer und schwieriger wurde, und als die Industrie anfang, hochwertigere Geräte zu erzeugen, ging die Zahl der Bastler auf der ganzen Welt zurück. Aber eine große Zahl von ihnen blieb dieser Technik verfallen, suchte sich weiterzubilden, baute immer neue Empfänger und nicht wenige versuchten auch das Senden.

Von den Bändern des Rundfunks und der kommerziellen Dienste bald verdrängt, mußten sich die Amateure den damals als bedeutungslos angesehenen Kurzwellen zuwenden, doch nahm in zahlreichen Staaten dank des Verständnisses der betreffenden Regierungen das Amateur-Sendewesen bald einen großen Aufschwung.

Meist mit den bescheidensten Mitteln arbeitend, konnten die Amateure bald überraschende Erfolge erzielen. Es erwies sich dabei, daß die Kurzwellen die Überbrückung größter Entfernungen ermöglichen, so daß der moderne drahtlose Weltverkehr seine Entstehung eigentlich der emsigen Arbeit der Amateure verdankt. In zahlreichen Fällen, bei Naturkatastrophen, Expeditionen usw. halfen die Amateure in vorbildlicher Weise und lieferten der Welt Beweise für ihre oft aufopfernde und gleichzeitig wissenschaftlich wertvolle Arbeit.

Der zweite Weltkrieg brachte viele zum ersten Male, oft gegen ihren Willen, enger mit dem drahtlosen Nachrichtenwesen in Berührung. Das Interesse für diese noch immer stürmisch fortschreitende Technik wurde aber geweckt und so ist heute allenthalben ein neuer Aufschwung des Amateurwesens zu bemerken. Dazu kommt, daß auch die täglichen Sorgen der Gegenwart viele veranlassen, sich als Radiobastler zu versuchen, umso mehr, als die Industrie leider noch immer nicht in der Lage ist, Empfänger in nennenswerter Stückzahl zu erzeugen.

Heute sind die Bastler dadurch wiederum ein bedeutender wirtschaftlicher Faktor geworden. Viele defekte Rundfunkgeräte wurden und werden durch sie wieder gebrauchsfähig gemacht, zahlreiche Hörer, die der Krieg um den Empfangsapparat gebracht hat, haben auf diese Weise wieder einen neuen erhalten. Es ist klar, daß, durch die heutige wirtschaftliche Lage bedingt, auch mancher Mißbrauch dabei getrieben wird. Oft werden Forderungen gestellt, die keineswegs gerechtfertigt sind und auch die Arbeiten werden häufig nicht mit der nötigen Gewissenhaftigkeit ausgeführt. Aber derlei kommt leider auch bei manchen Händlern und Reparaturwerkstätten vor und so, wie es sich bei diesen hoffentlich nur um Ausnahmen handelt, wird auch die Mehrzahl der Amateure ihre »Kunden« anständig bedienen.

Es soll hier nun keineswegs behauptet werden, daß die heutige erwerbsmäßige Bastelei etwas Erstrebenswertes ist. Der richtige Amateur baut seine Geräte nicht des Verdienstes wegen, sondern aus Liebe zur Sache und aus Interesse an einer Tätigkeit, die nicht nur eine große Handfertigkeit, sondern auch bedeutende theoretische Kenntnisse erfordert. Heute aber füllen die Bastler eine Lücke.

Wenn die Industrie wieder den Bedarf zu decken imstande sein wird, so wird die Bastelei rasch einen natürlichen Rückgang erfahren, die ernstesten Amateure aber werden sich den Aufgaben zuwenden, die ihnen viel besser liegen.

Da ist zum Beispiel die Beschäftigung mit Wellen wesentlich unter 10 Meter zu nennen, deren Ausbreitungseigenschaften heute noch keineswegs völlig erforscht sind. Durch Empfangsbeobachtung kann wertvolle Arbeit geleistet werden und auch der Bau von Geräten für ultrahohe Frequenzen ist eine interessante Aufgabe. Die mannigfaltigen, noch lange nicht erschöpften Anwendungsmöglichkeiten der Radiotechnik in Industrie, Gewerbe und Haushalt bieten ebenfalls viel Gelegenheit für den Erfindungsgeist der Amateure.

Einmal wird aber auch das Senden in Österreich wieder erlaubt sein und unsere Sendeamateure werden wieder mit ihren Freunden in der ganzen Welt in Wettbewerb treten können. Es ist kein Zweifel, daß diese schönste, weil völkerverbindende Tätigkeit der Radioamateure vor allem unsere Jugend begeistern wird und schon deshalb sollten die Behörden unterstützen und nicht hemmen.

# Lautsprecheranlagen

Schon vor 1938 wurden Lautsprecheranlagen in Österreich vielfach verwendet. Es gab kaum eine größere Veranstaltung, einen Strandbetrieb oder ein Vergnügungsort ohne Lautsprecher. Nach 1938 kamen viele neue Lautsprecheranlagen, vor allem in größeren Betrieben zur Aufstellung. Sie dienten vor allem Propaganda- und Luftschutzzwecken. Damit wurde die Verwendung von Lautsprecheranlagen, die bisher mehr oder minder der Unterhaltung gedient hatten, zu einer sehr wenig erfreulichen Angelegenheit.

## Österreich, das Musikland

Obwohl versucht wurde, die Leistungsfähigkeit der Industrie durch Typenbereinigung, Normen und Programmteilung zu heben, so verhinderte der Krieg doch die Ausführung vieler Vorhaben. Manche dieser Projekte werden aber wohl auch in Zukunft weiter verfolgt werden. Auf Grund der gereiften technischen Entwicklung rund um die Welt, wird die Industrie, sobald ihr Rohmaterial zur Verfügung steht, eine wohlfeile, sorgsam abgestimmte, praktische Reihe von Bauteilen für Lautsprecheranlagen liefern können. Damit wird aber die Anzahl der in Verwendung stehenden Lautsprecher stark ansteigen. Dieser Tatsache muß sowohl von der technischen, als auch von der sozialen und kulturellen Seite entgegengegangen werden.

Österreich ist in der Welt noch als Land der Tonkunst mit zahlreichen Musikstädten bekannt. Österreich ist auf Fremdenverkehr angewiesen. Es muß daher grundsätzlich, eigenwillig und mit aller Verantwortlichkeit zu den unabwiesbaren Fragen der mechanischen Musik Stellung nehmen.

Staat und Industrie haben hier wichtige Aufgaben und Verpflichtungen. Dem Problem des Lautsprechers im Heim-Radioempfänger\*) konnte man zur Not durch Auslegung der Ruhestörungs-Verordnungen der Polizei und mit guten Mahnworten des Rundfunksprechers gerecht werden. Dies wird aber sicher bei den Großlautsprecheranlagen nicht ganz zum Erfolg führen. Es müssen daher auf alle Fälle neue Wege gegangen werden.

## Qualität durch Erzeugungskonzentration

Grundsätzlich ist höchste Qualität aller Tonanlagen zu fordern. (Nebenbei: welcher schlechter Ton ist in vielen unserer Kinos eingebaut!) Die Qualität mußte unsere Industrie verbürgen. Dieser Forderung und der notwendigen Wirtschaftlichkeit kann sie nur dann entsprechen, wenn die Erzeugung konzentriert wird. Es muß eine einheitliche österreichische elektroakustische Ausrüstung geschaffen werden, deren Glieder auf rationalste Weise, eventuell also jeweils nur durch wenige Firmen hergestellt werden. Die Entwürfe und Konstruktionen können im Wettbewerb gesucht werden. Die laufende Kontrolle von Preis und Qualität erfolgt durch Vergleich mit der ausländischen Konkurrenz. Schon die durch unsere

Radiofirmen zu Friedenszeit aufgelegten Radioapparate-Reihen sind für eine moderne und wirklich ökonomische Erzeugung als zu klein anzusprechen. Nach Verstärkern für Lautsprecheranlagen und den zugehörigen Lautsprechern und Hilfsapparaten besteht natürlich eine vielmal kleinere Nachfrage als nach Heim-Radioempfängern. Es darf also niemals dazu kommen, daß sich gerade auf dem Gebiet der Lautsprecheranlagen in unserem kleinen Österreich so viele Firmen konkurrieren, als ob wir ein 50 oder 100-Millionen-Staat wären. Es darf aber mit Rücksicht auf die musikalische Tradition von Österreich auch nicht dazu kommen, daß Elektro-Akustik lediglich Importgegenstand ist.

Erzeugungskonzentration wird auch in kurzer Zeit das Problem einer österreichischen Kleinlautsprecheranlage für Gegensprechen (Teletalk), wie sie als Haustürtelefon und kleine Rufanlage in Gewerbe und Industrie Verwendung findet, lösen.

Alle interessierten Kreise, das sind vor allem die Organisationen des Gaststätten-, Hotel- und Fremdenverkehrsgewerbes, die großen Baufirmen und das Gewerbe überhaupt, mögen schon jetzt ihre Forderungen geltend machen, um zur Zeit richtig bedient zu werden und sich vor unliebsamen Überraschungen in Preis, Auswahl und Qualität zu sichern.

## Akustik

Neben der grundsätzlichen Frage der Qualität im allgemeinen gibt es noch eine Sonderfrage, die Akustik heißt. Akustik war in unseren großen Wiener Schwachstrombetrieben immer ein Stiefkind. Besondere Lautsprecherkonstruktionen, Mikrophonbau und die wissenschaftliche Befassung mit elektroakustischen Problemen wurden nicht gepflegt und nur notfalls von den Radio- und Verstärker-Spezialisten aufgenommen. Akustik war das Gebiet von Eigenbrötlern, die sich in kleinen Werkstätten mit eigenen Patenten mühten, oder der Verkaufsleiter, die den Klang der Radioempfänger nach kaufmännischen Erwägungen diktierten. Es wäre sehr wünschenswert, daß sich die österreichische Schwachstromindustrie — auch mit Rücksicht auf Probleme der Telephonie — dahingehend einigen würde, solange es keine leistungsfähige andere Forschungsstelle etwa an einer Hochschule oder beim Rundfunk gibt, in einem renommierten Unternehmen für alle anderen Firmen akustische Sonderfragen besonders zu pflegen und dort auch die notwendigen Laboreinrichtungen aufzubauen.

Es gibt noch sehr viel am Klang der Radioempfänger zu verbessern, gerade der Kleinsuper stellt wieder ganz neue Probleme. Unsere Bevölkerung erwartet (wenn sie sich's leisten kann) Musikschränke mit besonders gepflegtem Klang (auch unter 80 Hz und ohne „Pumperbaß“) zur Radio- und Schallplattenwiedergabe, für unsere Tonfilm- und Lautsprecheranlagen sind Beschallungsprobleme zu behandeln usw. In der Musikstadt Wien könnte das moderne

elektro-akustische Musikinstrument in Zusammenarbeit unserer Ingenieure, Musiker, Klavier- und Orgelbauer geboren werden und eine Weltform finden. Eben in den letzten Vorkriegsjahren hat die Verstärker- und Oszillatortechnik Möglichkeiten eröffnet, die ermuntern, das alte Problem erfolgreich neu aufzugreifen.

## Der Betrieb von Lautsprecheranlagen

Von größter Bedeutung ist, in welcher Art Lautsprecheranlagen betrieben werden. Die hauptsächlichsten Fehler sind:

1. Übersteuerung.
2. Belästigung der Nachbarschaft.
3. Verwendung abgespielter Schallplatten.
4. Schlecht gewählte Schallplatten.
5. Unnötige, für viele Zuhörer belästigende Verlautbarungen und Reklamesendungen.

Übersteuerung wird meistens durch Verwendung von Anlagen von zu kleiner Leistung heraufbeschworen. Besonders zur Zeit der Wirtschaftskrise kam es oft vor, daß der Käufer sparen wollte und die Lieferfirma recht billig zu offerieren suchte. So wurden Anlagen von zu kleiner Verstärkerleistung gebaut, die, um ihren Versorgungsraum zu beschallen, dauernd übersteuert werden mußten. Verstärker mit Empfängerendröhren waren leicht, in Anlehnung an die Radioempfängerfertigung, zu bauen. Stufen mit Kraftverstärkerendröhren höherer Leistung waren weniger oft verlangt, boten in der Konstruktion durch die Notwendigkeit der Anwendung höherer Spannung Schwierigkeiten und wurden daher gerne vermieden. So mutete man einem Paar EL 12 oft zuviel zu. Auch hier könnte eine Kooperation der einzelnen Firmen und eine Typisierung Hilfe bringen. In vielen Fällen werden Anlagen auch durch das Unverständnis oder die Unaufmerksamkeit des zur Bedienung herangezogenen Personals übersteuert oder in defektem Zustand weiterbetrieben. Das typische Beispiel ist die kleine Gastwirtschaft, in der als Tausendkünstler der Herr „Ober“ auch den Verstärker mit dem automatischen Plattenwechsler „kurbelt“.

## Der gute Ton

Es muß eine strenge Regel in unserem Lande werden: Verstärker und Lautsprecher dürfen nicht übersteuert werden! Und guten Ton müssen wir uns auch etwas kosten lassen! Die Industrie hätte einen einfachen Spitzenwertzeiger zu entwickeln, der dann Bestandteil jeder Lautsprecheranlage sein soll und dessen roter Strich ein gebieterisches Halt ruft! Schallplatten von einheitlicher Scheitelaußenlenkung des Schnittes, gepaart mit Pegeltonplatten oder einer Halbkreis-Rille Pegelton auf jeder Platte, würden jedem Laien die richtige Einstellung, auch am Spielschrank daheim, leicht machen. Es wäre auch zu erwägen, Personen, die Lautsprecheranlagen bedienen sollen, zu einem 6- oder 10stündigen Kurs zu verpflichten, um eine einwandfreie Wartung und Führung der Anlagen zu sichern. Ein Gegenstand

\*) Radio-Rundschau 1946, Nr. 2, Seite 30,

dieser Kurse wäre auch das Kapitel: richtige Anpassung und Zu- bzw. Abschaltung von Lautsprechern. Wie wenige Radiobeflissene wissen da Bescheid?

In Amerika hat sich die Western Electric an einer Wende der Verstärkertechnik mit dem Werbewort: „Now fidelity!“ („Nun Klangtreue!“) an die Öffentlichkeit gewendet. Nun Klangtreue! Das gälte auch für die mechanische Musik in Österreich, das alte musikalische Überlieferung zu bewahren hat. Vielleicht könnten sich alle interessierten Faktoren von Staat, Wirtschaft und Kunst zu einem Kuratorium zusammenfinden, das über den „guten Ton“ wacht, Sünder ermahnt und ihnen die Wege zur Besserung weist.

Belästigung der Nachbarschaft gehört bei Lautsprecheranlagen leider noch zur Regel. Meist wird versucht, mit tunlichst wenig Lautsprechern auszukommen und mit „Lärmkanonen“ von der Mitte oder von einer Ecke aus, das Feld zu beherrschen. Eine vollständige Schonung der Umgebung ist wohl nicht denkbar, aber trotzdem muß in jedem Fall das Äußerste, insbesondere durch die kunstgerechte Verwendung von verteilten und gerichteten Lautsprechern getan werden. Es wäre daher zu erwägen, daß alle Lautsprecheranlagen in dieser Beziehung vor der Inbetriebnahme behördlich kommissioniert werden müssen. In vielen Fällen könnte auch eine bestimmte Betriebszeit festgesetzt werden.

Abgespielte Schallplatten. Es heißt zwar in Amerika: „Guter Ton bringt Kunden!“ Aber nicht für jede Anlage ist ein Mann verantwortlich, der soweit musikalisch ist, um zu sagen: „Nun aber unter allen Umständen Schluß!“ Jede neue Schallplatte kostet Geld, ebenso wie eine Endröhre, die oft mit glühendem Gitter und erheblichem Klirrfaktor auf die Erlösung wartet. Es wäre daher erwünscht, eine Schallplatte objektiv auf ihre Güte prüfen zu können. Ein Gerät, das bei einer gebrauchten Platte die Geräuschspannung mißt, wäre nicht undenkbar. Eine solche Prüfung wäre „Dienst am Kunden“ für die Schallplattenindustrie. Zudem müßte erwogen werden, ob für den Dauerbetrieb nicht neben der Schallplatte andere Tonkonserven, wie etwa das Magnetophon oder andere Verfahren über längere Zeit gesehen, billiger und tontreuer sind.

Schlecht gewählte Schallplatten gibt es von zweierlei Standpunkten aus gesehen. Zuerst einmal ist nicht jedes Musikstück für die Wiedergabe durch Lautsprecheranlagen geeignet. Manche Kompositionen enthalten überwiegend Piano-Partien mit wenigen Fortissimos. Ist die Leistung der Anlage nicht sehr reichlich bemessen, so „wirken“ diese Platten nicht, bzw. falls stark aufgedreht wird, um die Pianopartien gut hörbar zu machen, kreischen plötzlich Fortissimos mit vielen Verzerrungen den Zuhörern in die Ohren. Andere Kompositionen sind so instrumentiert, daß sie im Lautsprecher, dessen Frequenzbereich manchmal sehr eingeschränkt ist und der immer gewisse Verzerrungen bringt, nicht gut klingen. Viele Musikstücke sind dagegen aber wieder ausgesprochene

„Lautsprechererfolge“. Eine entsprechende Qualifikation der Platten und eine Beratung des Käufers durch die Schallplattenfirma wäre sehr vorteilhaft.

Als zweiter Punkt ist die künstlerische Qualität einer Platte in Betracht zu ziehen. Das ist natürlich eine sehr heikle Angelegenheit. Immerhin könnten sich die Körperschaften des Gaststätten-, Hotel- und Fremdenverkehrsgewerbes mehr als bisher mit dieser Frage beschäftigen. Es wäre durchaus denkbar, daß die Fachblätter, beraten durch namhafte Künstler und Praktiker (auch der Rundfunk wird hier gerne helfen!) immer wieder Programmzusammenstellungen für den Plattenspieler bringen und aneifern, das Niveau zu heben und auf die gewöhnlichsten „Schlager“ zu verzichten. Erwünscht wäre auch eine freimütige öffentliche Kritik der Darbietungen an mechanischer Musik in den einzelnen Lokalen (einschließlich Tonkinos!), in bezug auf technische und künstlerische Qualität.

Unnötige- und Reklamesendungen. Mit der Donnerstimme der Lautsprecher wird mancher Mißbrauch getrieben. In diesem oder jenem Fabriksbetrieb oder Sonnenbad scharren jeden Augenblick die schrillen Stimmbänder eines Menschen, der meist sehr wenig Eignung zum Ansager hat: „Achtung! Achtung! Herr Soundso soll sofort dies oder das tun!“ Oft wird das „Achtung! Achtung!“ noch dadurch unterstrichen, daß man immer einen Augenblick lang die Anlage schwingen läßt. Die Ansage mag ja wichtig sein, in den meisten Fällen sicherlich aber nicht so wichtig, daß man damit einen ganzen Betrieb oder den langen Badestrand belästigen soll! In Betrieben sollten als Rufanlagen Zahlengabe oder Lichtsignale mit einem kurzen, harmonischen Aufmerksamkeitsignal verwendet werden.

Es ist auch nicht nötig, vor dem Mikrophon mit großem Stimmaufwand zu schreien. Die jeweils nötige Verstärkung besorgt die Lautsprecheranlage und es klingt viel besser, wenn der Sprecher frei und ungezwungen, mit normaler Gesprächsstimme das Mikrophon bespricht. Der guten Sprache vor dem Mikrophon sei erhöhte Aufmerksamkeit gewidmet.

Es ist leichter wegzusehen als wegzuhören. Daher sollte es eigentlich auch im Kino nur stumme Reklame bei neutraler Musik geben. Wir haben unseren Rundfunk von Reklame rein gehalten und wollen Feiertags nicht aus tausenden Lautsprechern irgendwelche Reklame hören! Auch dann nicht, wenn die Reklame ganz geschäftstüchtig in ohrengewinnende Schlager gewickelt ist!

Am Ende noch dies: Falls Programm und Technik der Lautsprecheranlagen einmal auch vollkommen sein mögen — es gibt viele Menschen, die Ruhe suchen. Man sorge in öffentlichen Lokalen und am Badestrand als Gipfel der Vollkommenheit für lautsprecherfreie Zimmer bzw. Zonen. Neben kultivierter Musik uns und allen, die nach Österreich als Gäste kommen, auch Ruhe und Stille!

K. H.

## Eine österreichische Elektrotechnische Versuchsanstalt

Unter dem Vorsitz von Sektionschef Wolf fand am 11. Juli die gründende Sitzung des Kuratoriums der Elektrotechnischen Versuchsanstalt statt. Dieses Institut, das zur Wiener Technischen Hochschule gehört, wird auf dem Gelände des ehemaligen Arsenal errichtet. Die Gründung der Elektrotechnischen Versuchsanstalt erfolgte aus dem allgemeinen Bedürfnis nach einem solchen Institut, das insbesondere in der heutigen Zeit besteht, die eine Zusammenfassung aller aufbauenden Kräfte des Landes erfordert. Außer den in Betracht kommenden Ministerien haben sich sowohl die Technische Hochschule als auch die Elektrowirtschaft für das Zustandekommen des Institutes eingesetzt. Die Leitung wird Professor Zwierina übernehmen.

Die Elektrotechnische Versuchsanstalt wird errichtet, um der österreichischen Elektrowirtschaft die Möglichkeit zu geben, Prüfungen und Untersuchungen vorzunehmen, für die im Rahmen des Einzelunternehmens vielfach nicht die nötigen Mittel und wissenschaftlichen Voraussetzungen zur Verfügung stehen. Das Arbeitsgebiet des Institutes wird, wenn es einmal fertiggestellt ist, das gesamte Gebiet der Elektrotechnik umfassen; neben Untersuchungen auf dem Gebiete der Hochspannungstechnik werden z. B. auch Fragen der Fernmeldetechnik, der Elektromedizin usw. behandelt werden. Es ist zu erwarten, daß auch die Radiotechnik mit allen ihren heute so mannigfaltigen Anwendungsmöglichkeiten in dem neuen Institut eine wertvolle Stütze finden wird, entsprechend der wirtschaftlichen Bedeutung dieses Industriezweiges. Gerade auf diesem Gebiete gibt es ja so viele kleine Unternehmungen, die, um hochwertige Erzeugnisse liefern zu können, moderne, gut ausgestattete Laboratorien bedürfen, allein aber kaum zu finanzieren imstande sind.

Die „Radio-Rundschau“ hat schon vor geraumer Zeit darauf hingewiesen, wie wichtig ein zentrales, wissenschaftliches Institut für die Konkurrenzfähigkeit der österreichischen Wirtschaft wäre. Die Errichtung der Elektrotechnischen Versuchsanstalt ist ein begrüßenswerter Schritt in dieser Richtung. Es wäre nur zu wünschen, daß dieses neue Institut sich rasch und vor allem über eine bloße Prüf- und Versuchsstelle hinaus zu einer zentralen Entwicklungs- und Forschungsstelle der österreichischen Elektrotechnik entwickelt. Neben der wirtschaftlichen Vorteile, die sich daraus für unser Land ergeben können, bestünde hier auch für Wien und Österreich die Möglichkeit, wieder internationale wissenschaftliche und technische Geltung zu erringen.

**Die „Radio-Rundschau“ auf der Wiener Herbstmesse 1947**

**Bitte besuchen Sie unseren Messestand in der Südhalle**

# Optische Schwingungsaufzeichnung mit der Contax auf laufendem Film

Von Univ.-Prof. Dr. Ferdinand Scheminzky  
(Physiologisches Institut der Innsbrucker Universität)

Bei der optischen Schwingungsaufzeichnung wird ein Lichtpunkt über eine lichtempfindliche Schicht derart hinweggeführt, daß zugleich eine Bewegung in der Ordinatenachse — entsprechend der Schwingungsamplitude —, und eine solche in der Abszissenachse (Zeitachse) — entsprechend dem zeitlichen Ablauf des Schwingungsvorganges — erfolgt. Wird als optischer Schreibhebel ein nach allen Seiten frei beweglicher Elektronenstrahl benützt, dann können beide Bewegungen zugleich dem Lichtpunkt aufgezungen werden und die Aufzeichnung bedarf bloß einer ruhenden lichtempfindlichen Schicht; dies ist z. B. der Fall, wenn die Zeitablenkung des Elektronenstrahles mittels eines Kippgerätes oder dgl. erfolgt und bloß stehende Bilder am Leuchtschirm der Braunschen Röhre zu photographieren sind. Interessiert aber der zeitliche Ablauf des Schwingungsvorganges über mehr als einige Einzelperioden hinaus, dann wird man zweckmäßigerweise dem Elektronenstrahl nur eine Ablenkung in der Ordinatenachse allein erteilen und die Bewegung in der Zeitachse durch Transport der lichtempfindlichen Schicht (in Form eines Papierbandes oder Filmes) herbeiführen. Findet aber eine Schwingungsaufzeichnung mit einem gewöhnlichen Lichtstrahl statt (z. B. mit Hilfe eines Spiegelgalvanometers, Spiegeloszillographen oder dgl.), dann ist man über-

haupt auf die zuletzt erwähnte Art der Registrierung allein angewiesen, weil gewöhnlich die mit Spiegel versehenen Registriergeräte die Ablenkung des Lichtstrahles nur in einer einzigen Richtung erlauben. Man ist deshalb bei der Aufzeichnung von Schwingungsvorgängen sehr häufig auf eine Photokamera mit laufendem Film oder Registrierpapier („Photokymographion“) angewiesen. Allen derartigen Einrichtungen ist ein Transportmechanismus für das Registrierpapier oder den Film gemeinsam; die optische Ausgestaltung der Aufnahmekamera hängt jedoch vom Oszillographen ab. Liegt eine Braunsche Röhre (Kathodenstrahloszillograph) vor, dann ist durch den Schnitt des Elektronenstrahles mit dem Leuchtschirm schon der abzubildende Lichtpunkt gegeben und die Aufnahmekamera bedarf nur eines lichtstarken Objektives. Sind jedoch die Ausschläge eines Spiegelinstrumentes aufzuzeichnen, dann muß der Lichtpunkt erst in der Kamera erzeugt werden, weil die Spiegelinstrumente meistens einen Lichtspalt in der Registrierkamera abbilden; die letztere muß daher selbst mit einer — senkrecht zur Filmlaufrichtung stehenden — Spaltblende ausgerüstet sein, welche aus dem Lichtspalt den Lichtpunkt heraus-schneidet. Diese Spaltblende befindet sich gewöhnlich dicht vor der lichtempfindlichen Schicht und die Abbildung des Lichtpunktes wird durch eine die Spalt-

öffnung überdeckende kurzbrennweitige Zylinderlinse besorgt.

Die meisten Photokymographien zur optischen Schwingungsaufzeichnung sind entweder als Objektivapparate oder als Spaltapparate ausgebildet, lassen sich aber nicht ohneweiteres für beide Aufzeichnungsarten wechselweise verwenden. Der Verf. hat nun vor Jahren für Registrierungen mit nicht zu großer Transportgeschwindigkeit ein Photokymographion mit Hilfe der Kleinbildkamera „Contax“ entwickelt, das den Vorteil der Verwendbarkeit für beide Aufzeichnungsverfahren, ohne jeden Umbau der Kamera und ohne Beeinträchtigung deren sonstiger Anwendung besitzt. Gerade in der heutigen Zeit, in der Gerätemangel oft zu mancherlei Improvisationen zwingt, kann diese Einrichtung auch an anderen Stellen willkommen sein, umsomehr, als es sich nicht bloß um eine Improvisation an sich handelt, sondern um ein Gerät, das gegenüber vielen anderen noch manche Vorteile aufweist: Benützungsmöglichkeit sowohl des perforierten Kinofilmes bzw. des 35 mm breiten Registrierpapiertes mit Amplitudenlinien (vergl. Abb. 10), dadurch verbilligter Betrieb und große Auswahl in der Schichtempfindlichkeit und Schichtsensibilisierung; gute Führung der abrollenden Schicht infolge der Perforationslöcher; die schon erwähnte wahlweise Registriermöglichkeit mit Objektiv oder mit Spaltblende; Benützungsmöglichkeit ultralichtstarker Objektive (z. B. des Sonnars 1:1,5/5 cm mit T-Belag<sup>1)</sup>; Möglichkeit zur genauen Scharfeinstellung und Zentrierung nach Abnahme der Gehäuserückwand der Contax auf der Einsatzmattscheibe oder nach Abnehmen der Kamera auf dem Mattscheibenadapter; Lade- und Entlademöglichkeit der Kamera am Arbeitsplatz bei Licht; bequeme Entwicklung der belichteten Schicht in den üblichen Kleinbildentwicklungs-dosen.

Die Voraussetzung für diese Anwendung der Contax ist dadurch gegeben, daß der Mechanismus für den üblichen bildweisen Filmtransport durch Eindringen des Auslöseknopfes und Verdrehen entgegen dem Uhrzeiger (Verriegeln) ausgeschaltet wird. In dieser Stellung des Auslöseknopfes läßt sich der Film durch Drehen am Verschlüßaufzugknopf „endlos“ weiterbewegen; wurde der Verschlüß vorher auf „B“ gestellt und gespannt, so öffnet sich der Schlitzverschlüß beim Verriegeln des Auslöseknopfes, bleibt offen und bei geeignetem Antrieb des Verschlüßaufzugknopfes läuft dann der Film vor dem offenen Bildfenster vorbei. In dieser Art konnten z. B.

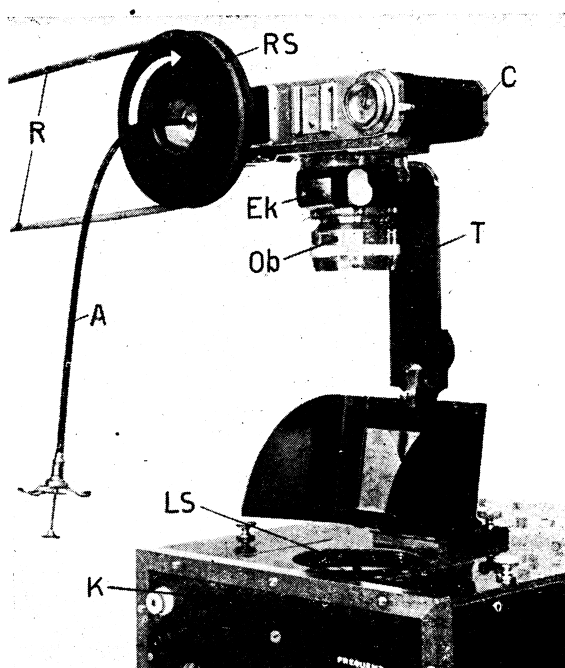


Abb. 1. Die Contax als Aufzeichnungsgerät beim Lichtband-Verfahren mit einem Kathodenstrahloszillographen.  
A Spezial-Drahtauslöser; C Contax; EK Einstellkopf der Contax; K Schutzkasten (Gehäuse) des Oszillographen; LS Leuchtschirm der Braunschen Röhre; Ob Objektiv der Contax; R Riemen für den laufenden Filmtransport; RS Riemenscheibe (am Aufzugsknopf der Contax befestigt); T Träger für den Einstellkopf der Contax.

1) Der T-Belag (C. Zeiß-Patent) erhöht durch Aufhebung der Lichtreflexion an den frei gegen Luft stehenden Linsenflächen des Objektives die Lichtstärke um 30 bis 40% über den Nennwert; außerdem verstärkt die Vergütung des Objektives mit dem T-Belag ganz bedeutend die Brillanz der Bilder.



vor Jahren schon mit der Contax fortlaufend die Veränderungen aufgezeichnet werden, welche das Absorptionsspektrum des roten Blutfarbstoffes bei der Abgabe des transportierten Sauerstoffes erleidet<sup>2)</sup>.

Ein erstes Beispiel für die Verwendung der Contax als Photokymographion in Verbindung mit einem Kathodenstrahl-oszillographen<sup>3)</sup> stellt Abb. 1 dar. Ein solches Gerät eignet sich besonders für Aufzeichnungen nach dem „Lichtband-Verfahren“, bei dem eine Wechselspannung mit veränderlichen Amplituden bei langsamer Registriergeschwindigkeit so verzeichnet wird, daß Schwingung dicht an Schwingung liegt; die Hüllkurve des so aufgeschriebenen Lichtbandes gibt dann den Gang der Amplitudenänderungen an. In Frage kommen solche Aufzeichnungen bei Untersuchung des Frequenzganges von Tonabnehmern, Sprechmaschinennadeln, Verstärkern, bei Nachhallmessungen u. dgl. Die Wechselspannung wird dabei an das eine Plattenpaar der Braunschen Röhre angelegt, so daß der Lichtpunkt auf dem Leuchtschirm einen Strich schreibt; die Contax und damit die Transportrichtung des Filmes muß quer zu diesem Strich eingestellt werden und das Kameraobjektiv bildet dann diesen auf der lichtempfindlichen Schicht ab, auf der infolge der Filmbewegung ein Schwarzungsband — in der Kopie das Lichtband — entsteht. Zur Scharfeinrichtung über den nahen Abstand wird nach Abb. 1 das Contax-Objektiv Ob in Verbindung mit dem Einstellknopf Ek der Contax benützt. Bei unserer Anordnung ist die Elektronenstrahlröhre in lotrechter Stellung — zusammen mit dem Netzanschlußgerät — in einen Kasten K eingebaut; durch eine runde Öffnung an der Oberseite des Kastens wird der Leuchtschirm LS sichtbar. Über dieser Öffnung ist an einem starren Träger T der Einstellknopf Ek mit einer Schraube von  $\frac{3}{8}$  Zoll — durch einen Stift gegen Verdrehung gesichert — befestigt. Vorerst wird mit Hilfe des Mattscheibenadapters die Scharfeinstellung des leuchtenden Striches vorgenommen, anschließend wird die geladene Contax C aufgesetzt. Wie schon erwähnt, muß der Auslöseknopf zur Aufhebung der Verschlussperre bzw. der Transportperre eingedrückt und in dieser Stellung durch Linksdrehung verriegelt werden; an Stelle der Verriegelung ist das Halten des Auslöseknopfes in der gedrückten Stellung aber auch — so wie z. B. in Abb. 1 — durch Verwendung des Spezial-Drahtauslösers mit Einstellung für „Zeit“ möglich. Die Verschluss-einstellung auf „B“ muß natürlich schon vorher vorgenommen worden sein.

Der Filmantrieb erfolgt über die Riemenscheibe RS und den sehr weichen und biegsamen Riemen R (Abb. 1). Wie aus Abb. 6 später ersichtlich, ist auf der Riemenscheibe RS ein Flansch F mit kurzem Rohrstück zentrisch aufgesetzt. Der Innendurchmesser des Rohrstückes ist um Millimeterbruchteile größer als der Außendurchmesser des

Verschluss-Aufzugknopfes der Contax; durch drei radiale Schrauben wird das Rohrstück und damit die Riemenscheibe am Verschluss-Aufzugknopf festgehalten. Zum Antrieb eignet sich besonders ein Motor für Schallplattenlaufwerke, dessen Geschwindigkeit durch weitere Riemenscheiben und eine Schneckengangübersetzung passend verringert wird. Für gleichmäßigen Filmantrieb ist es wichtig, daß der Riemen nur ganz leicht zwischen Riemenscheibe und dem Antriebswerk ausgespannt ist; dies setzt einen weichen und biegsamen Riemen voraus.

Die Filmgeschwindigkeit muß natürlich dem aufzuzeichnenden Vorgang angepaßt werden, wird aber dadurch begrenzt, daß das Transportwerk der Kamera nicht unzulässig beansprucht werden soll. Eine größte Filmgeschwindigkeit von etwa 30 bis 40 mm je sec kann dem Laufwerk der Contax jedoch ohne weiteres zugemutet werden; erfolgt die Aufnahme auf Film und wird nachträglich eine vergrößerte Kopie hergestellt, so entspricht diese ohnehin dann einer größeren Geschwindigkeit. Nach unten ist diese natürlich nicht begrenzt.

Um Einfall von Nebenlicht in das Objektiv zu vermeiden, muß während der Aufnahme Dunkelheit im Versuchsraum herrschen. Soll während der Versuchspausen Licht gemacht werden, so ist vorher das Objektiv der Contax mit seinem Deckel zu verschließen. Der Contax-eigene Verschluss ist für diesen Zweck weniger geeignet, da er nur dann zugeht, wenn der Verschluss-Aufzugknopf gerade eine volle Umdrehung ausgeführt hat; ist dies nicht der Fall, so müßte die Riemenscheibe bis zu dieser Endstellung weiter gedreht werden. Soll dann aber bei Fortsetzung der Registrierung der Verschluss wieder geöffnet werden, so wäre eine Verschlussspannung durch eine volle Umdrehung des Aufzugknopfes bzw. der Riemenscheibe herbeizuführen. In allen diesen Fällen würde aber das Drehen an der Riemenscheibe eine Fortbewegung und damit Verlust von Film oder Registrierpapier bedeuten, weshalb die Verwendung des Objektivdeckels vorzuziehen ist.

Ein Aufnahmebeispiel gibt Abb. 2, welche Frequenzkurven verschiedener Sprechmaschinennadeln für Tonfolienwiedergabe darstellt. Eine Odeon-Meß-Schallplatte 0-4791a wurde mit einem Kristalltonabnehmer abgetastet, die Wechselspannungen einem frequenzkonstanten Verstärker und schließlich dem Kathodenstrahl-oszillographen zugeleitet. Die Meß-Schallplatte enthält einen gleitenden Ton, der mit 50 Hz beginnt, bei 100 — 200 — 300 — 400 — — 600 — 1000 — 2000 — 3000 — 4000 — 5000 und 6000 Hz unterbrochen ist und bei 7000 Hz abreißt. Die Abbildung läßt die Überlegenheit der von den Drei-S-Werken in Schwabach (Bayern) zusammen mit dem Verf. entwickelten geraden Spezial-Tonfoliennadeln mit stumpfer Spitze hinsichtlich der Wiedergabegüte für die hohen Töne gegenüber der für Tonfolien sonst benützten Winkelnadel deutlich erkennen.

Bei solchen Aufnahmen kann es im übrigen erwünscht sein, unter dem Lichtband Frequenzangaben oder, wie etwa

bei Nachhallmessungen u. dgl., Signalmarken oder Zeitmarken während der Registrierung anzubringen. Eine dafür geeignete Anordnung zeigt Abb. 3, welche der Abb. 1 entspricht, aber die entwickelte Zusatzeinrichtung für

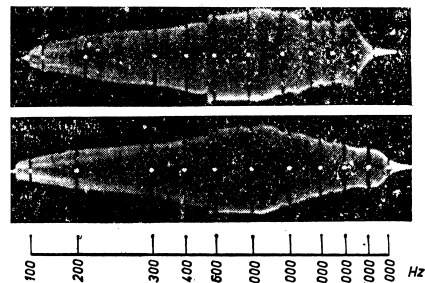


Abb. 2. Frequenzwiedergabe verschiedener Sprechmaschinennadeln für Tonfolien, dargestellt durch Abtastung von Frequenzplatten, Verstärkung und Lichtband-Aufzeichnung mit der in Abb. 1 dargestellten Anordnung.

Oben: Abtastung der Frequenzplatte mit einer geraden Nadel und stumpfer Spitze (Sorte SSS).

Unten: Abtastung mit einer Winkelnadel. Man erkennt, daß die Frequenzwiedergabe mit beiden Nadeln bis zu etwa 1000 Hz praktisch gleich ist, daß jedoch über 1000 Hz mit der Winkelnadel eine wesentlich schlechtere Tonwiedergabe erfolgt.

Lichtzeichen enthält. Am Gehäuse K des Kathodenstrahl-oszillographen ist ein Beleuchtungsrohr Ro waagrecht befestigt, das an seinem vorderen Ende ein nach oben gegen das Objektiv Ob zu gerichtetes totalreflektierendes Prisma P trägt; am hinteren Ende des Rohres Ro ist ein kleines „Erbsenlämpchen“<sup>4)</sup>

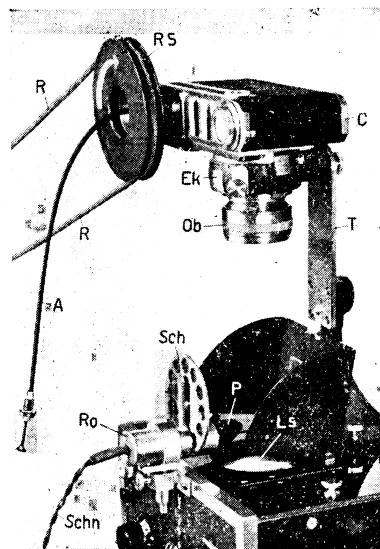


Abb. 3. Anordnung zur Lichtband-Aufzeichnung mit Zusatzeinrichtung zur Einprojektion von Lichtmarken oder Frequenzangaben.

A Spezial-Drahtauslöser; C Contax; EK Einstellknopf der Contax; LS Leuchtschirm der Braunschen Röhre; Ob Objektiv der Contax; P totalreflektierendes Prisma; R Riemen für den laufenden Filmantrieb; Ro Beleuchtung für die Einprojektion der Lichtzeichen; RS Riemenscheibe; Sch Fensterrad mit den Zeichen; Schn Schnur für die Beleuchtungslampe im Beleuchtungsrohr; T Träger für den Einstellknopf der Contax.

<sup>4)</sup> Solche Erbsenlämpchen mit einem Durchmesser der Opalglaskugel von bloß 6 bis 7 mm und einem Sockeldurchmesser von bloß 5 mm sind im Elektrohändler als Lampen für Puppenstuben u. dgl. erhältlich; sie vertragen eine nicht unbeträchtliche Überspannung und sprechen infolge der geringen thermischen Trägheit ihres Fadens auf jede Stromeinschaltung praktisch sofort an.

<sup>2)</sup> Vgl. F. Scheminzy und L. Kramer, Zeitschr. f. d. ges. experim. Medizin 111, 249 (1942).

<sup>3)</sup> Oszilloskop nach Radioamateur, Heft IV/1937.

mit Opalglaskugel für 3,5 V und 0,2 A eingebaut. Das über die Anschlußschnur Schn rhythmisch zum Aufblitzen gebrachte Lämpchen (vgl. unten) beleuchtet das jeweils im Schlitz des Rohres Ro befindliche runde Fenster der drehbaren Scheibe Sch. In diese Fenster sind kreisförmige Filmstückchen zwischen runden Deckgläsern eingeklebt, die als Negativ

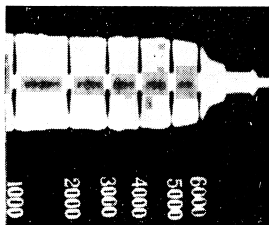


Abb. 4. Frequenzwiedergabe von 1000 bis 7000 Hz beim Saphir-Tonabnehmer TO 1001, dargestellt mit dem Lichtband-Verfahren unter Einprojektion von Frequenzzahlen mit der Anordnung nach Abb. 3. Die Frequenz von 7000 Hz entspricht der vorletzten Stufe rechts, die letzte ist durch das Abheben des Tonabnehmers, d. i. durch das Wegfallen des Geräuschpegels (Nadelgeräusch) bedingt.

— also hell auf schwarzem Grund — entweder einen Strich oder je eine Frequenzzahl des Bereiches von 100 bis 6000 Hz enthalten; zur gleichmäßigen Beleuchtung des Striches bzw. der Zahlen enthält das Rohr Ro knapp vor dem runden Fenster der Scheibe Sch noch eine Mattscheibe. Das Prisma P ragt

über den vom Elektronenstrahl nicht beschriebenen Randbezirk des Leuchtschirmes LS vor und wirft das vom Fenster kommende Licht nach oben in das Objektiv, das den Zeitmarkenstrich oder die Zahlen unmittelbar neben dem vom Elektronenstrahl geschriebenen Strich auf der lichtempfindlichen Schicht abbildet; damit auch bei offener Blende oder bei bloß geringer Abblendung Lichtzeichen und Strich scharf abgebildet werden, muß der Lichtweg: Leuchtschirm-Objektiv gleich groß wie der Lichtweg: Fenster-Prisma-Objektiv sein. Für die Zwecke einer Zeitschreibung oder von Signalmarken wird der Strich in das Fenster des Rohres Ro eingedreht, bei Aufnahme des Frequenzganges elektroakustischer Einrichtungen die jeweils zutreffende Frequenzangabe. Ein Beispiel einer Lichtbandkurve mit Einprojektion der Frequenzahlen zeigt Abb. 4.

Die wegen der Filmbewegung erforderliche Kürze sowie Helligkeit der Lichtblitze werden am zweckmäßigsten nach dem Verfahren von Scheminzky und Kramer<sup>5)</sup> durch Kondensatorentladung über das Erbsenlämpchen erzeugt. Bei diesem Verfahren nach Abb. 5 wird ein Elektrolytkondensator großer Kapazität C (z. B. von 4000  $\mu$ F) mittels eines Schalt-

<sup>5)</sup> Vgl. F. Scheminzky und L. Kramer, Zeitschr. f. d. ges. experim. Medizin 111, 249 (1942).

werkes SK von einer Akkumulatorenbatterie, einem Spannungsteiler u. dgl. auf eine Spannung zwischen 4 und 12 V aufgeladen und dann über das Erbsenlämpchen EL zur Entladung gebracht. Als Schaltwerk kann eine elektrische Uhr oder bei Handbetätigung ein Telegraphentaster dienen. Die ausschließlich vom Lämpchenwiderstand abhängige Entladungszeit des Kondensators ist kurz genug und auch vollkommen unabhängig

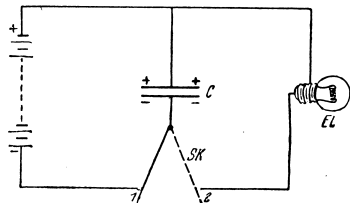


Abb. 5. Schaltanordnung zur Erzeugung kurzdauernder Lichtblitze.  
C Elektrolytkondensator 4000  $\mu$ F; EL Beleuchtungslampe; SK Schaltkontakt (in Stellung 1 Aufladung, in Stellung 2 Entladung von C).

von der Kontaktdauer, so daß gleichmäßig helle Lichtblitze während der ganzen Registrierung erzielt werden. Die Kürze der Entladungszeit läßt auch die Anwendung einer beträchtlichen Überspannung bis 12 V des an sich nur für 3,5 V bestimmten Erbsenlämpchens zu, das deshalb ein blendend weißes, sehr aktinisches Licht liefert.

(Schluß folgt)

## Ein Prüfgenerator von 700 Hz bis 600 MHz in Füllfedergröße

Ein besonders vielseitiges Prüfgerät für den Radiotechniker wurde von einer amerikanischen Firma unter der Bezeichnung „Pen-Oszil-Lite“ in vollendeter Kleinheit auf den Markt gebracht. Es handelt sich hierbei um einen Prüfgenerator, der überall einsetzbar ist, wo es gilt, eine Frequenz zwischen 700 Hz, also Niederfrequenz, bis zum Dezimeterwellenbereich von 600 MHz (50 cm Wellenlänge) zu erzeugen. Dabei sind keine äußeren Stromquellen erforderlich, sondern die gesamte zum Betrieb notwendige Stromstärke von 20 mA wird einem einzigen, eingebauten Trockenelement entnommen, das nur selten ausgewechselt werden muß. Die Ausgangsspannung genügt für alle Prüfzwecke, ihr Spitzenwert beträgt nämlich maximal 125 Volt bei einem Ausgangswiderstand von 10 Megohm. Durch veränderliche Kopplung kann sie bis zum Wert von Null reduziert werden.

Die mechanische Ausführung ist der eines „Tintenkuils“ ähnlich, der ganze Oszillator ist in einem Metallrohr untergebracht, an dessen unterem Ende sich ein Isolierkörper mit einem kurzen Metallstift befindet. Als einzigen Bedienungsgreif besitzt das kleine Gerät einen Druckknopf am andern Ende des Metallrohres, durch welchen es eingeschaltet werden kann.

Die Wirkung beruht auf der Erzeugung von außerordentlich steilen Rechteckimpulsen mittels eines Multi-Vibrators, die ein Frequenzspektrum (Oberwellen) von Nieder- bis Ultrahochfrequenz aufweisen, wobei jede Abstimmung des Signalgenerators entfällt. Es ist dies ähnlich vorzustellen, als ob sich die Frequenz des Oszillators selbsttätig auf die Frequenz des angekoppelten Kreises einstellen würde. Hierbei ist diese maßgebende Frequenz mit 700 Hz, also der Sommerfrequenz moduliert, sodaß der Nachweis durch den Lautsprecher unmittelbar erfolgen kann.

Eine weitere wichtige Tatsache ist die, daß die Ausstrahlung dieser Frequenzen nur von dem metallenen Stift an der Spitze erfolgt. Dadurch kann man die Hochfrequenz wirklich an die Stelle bringen, wo man sie haben will und vermeidet jegliche Streufelder, die eine exakte Prüfung vollkommen unmöglich machen.

Trotz seiner Kleinheit enthält der Signalgenerator mehr als 40 Einzelteile, die auf Spezialmaschinen hergestellt werden. Für die magnetischen Teile und Kontakte werden besonders hochwertige Legierungen verwendet.

Besondere Sorgfalt wird auch der funkenfreien Arbeitsweise des Unterbrechers gewidmet, da sonst die Lebensdauer verkürzt wird, abgesehen von dem Verlust an Stabilität und der zur ordnungsgemäßen Arbeitsweise notwendigen Rechteck-Charakteristik der Impulse.

Die Anwendung dieses Gerätes ist sehr universell. Zur Überprüfung eines Empfängers berührt man, von der Endröhre ausgehend, mit der Spitze des Oszillators nach der Reihe alle Gitteranschlüsse, wobei immer der Ton von 700 Hz im Lautsprecher hörbar ist, bis man zu einer schadhafte Stufe kommt. Bei dieser ist dann kein Ton oder nur ein schwacher Ton mehr zu vernehmen. Man sieht also, daß die Überprüfung sich wesentlich einfacher gestaltet wie mit Tongenerator, ZF- und HF Prüfender.

Auch zur Zwischenfrequenz-Abgleichung leistet der Oszillator wertvolle Dienste. Es ist hierbei zu bedenken, daß es ja nicht in erster Linie darauf ankommt, daß alle ZF-Kreise auf den genauen Wert der listenmäßigen Zwischenfrequenz eingestellt werden, sondern daß sie alle auf die gleiche, wenn auch etwas von der vorgeschriebenen abweichenden Frequenz eingestellt werden. Es ist manchmal sogar notwendig, die richtige Zwischenfrequenz wegen Interferenz mit einer Oberwelle des Ortssenders etwas zu versetzen, um pfeiffreien Empfang zu erzielen. Man läßt nun den Oszillator auf das Gitter strahlen, wobei es nicht nötig ist, es direkt zu berühren; man kann vielmehr durch Verändern der Entfernung die Kopplung und damit die Eingangsspannung des Empfängers regeln. Nun stellt man alle Trimmer auf höchste Lautstärke bzw. mißt die Ausgangsspannung des Empfängers auf andere Weise. Wenn man diese Abgleichmethode zwei oder dreimal wiederholt, so ist die Einstellung fast genau so gut wie mit einem ZF-Generator.

Dieselben Dienste leistet der Oszillator beim Abgleichen der Eingangs-Kreise, wobei man gleichzeitig die Empfindlichkeit des Empfängers schätzen kann. Je näher man mit dem Oszillator an die Antennenbuchse kommen muß, um eine bestimmte Lautstärke zu erzielen, umso geringer ist seine Verstärkung. Mittels dieser Methode kann man auch die Veränderung der Empfindlichkeit in einem Wellenbereich feststellen, die meist gegen die längere Welle zu wegen des Anwachsens von C im Verhältnis zu L hin abnimmt.

Zur Prüfung der Fadingautomatik nähert man den Oszillator der Antennenbuchse; ab einer bestimmten Entfernung muß die Lautstärke konstant bleiben. Ist die Zeitkonstante der Fading-Automatik zu groß, so ist beim raschen

Annähern der Ton zuerst laut, um erst nach einigen Augenblicken auf den normalen Wert zurückzugehen.

Bei Autoempfängern ist der Oszillator außer zum Anpassen der Antenne auch zum Bestimmen von Stellen der Abschirmung geeignet, wo Zündstörungen in den Empfänger eindringen. Hierzu entfernt man die Antennenleitung und führt den Oszillator um den ganzen Empfänger. Ist eine Stelle schlecht abgeschirmt, so wird bei dieser der Ton im Lautsprecher hörbar.

Um einen Drahtbruch in fest verlegten, isolierten Drähten wie z. B. Antennenleitungen aufzufinden, fährt man mit dem Oszillator die Leitung entlang. Bei der schadhafte Stelle wird man ein plötzliches Abfallen der Lautstärke bemerken.

Wie diese Beispiele zeigen, kann der kleine Oszillator für alle Zwecke verwendet werden, wo nicht eine geeichte Frequenz erforderlich ist. Die Anwendung des Instrumentes, das 8 Dollar kostet, hilft bestimmt viel Zeit zu sparen sowie teure und schwerere Instrumente zu ersetzen.

Helmut Hörner, OE 334

Die Amerikanische Rundfunkgesellschaft CBS (Columbia Broadcasting Co.) teilt in ihrem Rechenschaftsbericht für 1946 mit, daß ihr Sendernetz 162 Stationen umfaßt. Von der gesamten Sendezeit von rund 8600 Stunden entfielen auf die Radiobühne 2400 Stunden, auf Nachrichten und Sportberichte 1300, auf Plaudereien und Unterhaltung ebenfalls 1300, für Varietéessendungen 800 und für religiöse Darbietungen 100 Stunden. Den relativ größten Teil der Sendezeit nehmen jedoch die Musiksendungen mit 2700 Stunden ein.

Aus den Vereinigten Staaten wird berichtet, daß derzeit ein Plan erwogen wird, demzufolge der Kurzwellenrundfunk von einem öffentlichen Institut betrieben werden soll. Die Leitung soll aus 14 Personen bestehen, die vom Präsidenten ernannt werden, sowie einem Vertreter des State Department. Die Finanzierung dieser Kurzwellen-Rundfunkgesellschaft würde hauptsächlich durch die Regierung erfolgen, wobei zusätzliche Einnahmen durch den Verkauf von Sendezeit erzielt werden sollen. Sollte dieser Plan durchgeführt werden, so würde dies eine sehr bedeutsame Wende im amerikanischen Rundfunkwesen bedeuten, das sich bisher nahezu zur Gänze in privater Hand befindet.

# Schwingungskreise für Dezi- und Zentimeterwellen

## II. Teil: Hohlraumresonatoren

Von Dr. Ing. Herbert Steyskal\*)

Schon am Anfang des vorangegangenen Abschnittes I\*\*) wurde darauf hingewiesen, daß in der dm- und cm-Technik neben den Leitungskreisen heute mit Vorliebe geschlossene, dosenförmige Körper als Schwingkreise verwendet werden. Insbesondere hat die Entwicklung der Laufzeitröhren, d. s. Röhren mit außerordentlich hohem Innenwiderstand, dazu geführt, daß Schwingkreise höchster Güte (jene der Leitungskreise übertreffend) erforderlich wurden. Diese sogenannten Hohlraumresonatoren stellen die derzeit höchste Entwicklungsstufe von Schwingkreisen für cm-Wellen dar. Ihre Wirkungsweise ist auch für den weniger physikalisch und mehr elektrotechnisch eingestellten Betrachter ziemlich leicht verständlich, wenn man im Gegensatz zur historischen Entwicklung von technisch bekannten und allgemein üblichen Schwingkreisformen ausgeht und aus ihnen durch formale Weiterentwicklung die Resonatoren ableitet. Die geschichtliche Entwicklung ging allerdings von der theoretischen Seite aus, u. zw. über den Weg rein mathematischer Untersuchungen, die zwar mit einem Schlage das vielfältige Gebiet übersichtlich erhellen, dafür aber dem Praktiker schwer verständlich sind.

Im folgenden soll der Versuch einer Übersetzung in die dem praktischen Elektrotechniker geläufige Sprache gemacht werden, wobei besonderes Gewicht auf die Veranschaulichung der physikalischen Vorgänge gelegt wird. Im wesentlichen handelt es sich darum klarzulegen, daß ähnlich wie auf dem Gebiet der mechanischen Schwingungen, z. B. von Saiten, Platten oder dreidimensionalen Gebilden, die ja bekanntlich zu Eigenschwingungen fähig sind, auch jeder beliebig gestaltete, von metallischen Flächen allseitig umschlossene Hohlraum elektrische Eigenschwingungen ausführen kann. Genau so, wie in der Mechanik die schwingende Saite nicht nur in einer Resonanzfrequenz erregt werden kann, sondern auch in den zu der Grundschiwingung zugeordneten Oberschwingungen, zeigen die metallisch abgeschlossenen Hohlräume eine unendliche Reihe von Eigenfrequenzen, die sich auf der langwelligsten Schwingung, der sogenannten „Grundschiwingung“, aufbauen.

Bei allen Betrachtungen über cm-Schwingkreise muß man sich immer vor Augen halten, daß in der Technik der kürzesten Wellen neben konzentrierten Kapazitäten und Induktivitäten in noch weitaus bedeutenderem Maße die verteilten Kapazitäten und Induktivitäten eine Rolle spielen können. Eine genauere Durchleuchtung dieser Tatsache wird durch folgende Betrachtung gegeben: Auf einem flächenhaften Leiter von einer Ausdehnung, die in der Größenordnung der cm-Wellen liegt, kann sich z. B. eine stehende Welle ausbilden, die infolge der periodisch angeordneten Ladungsverdichtungen und Ladungsverdünnungen Anlaß zur Entstehung eines elektrischen Feldes zwischen verschiedenen Zonen ein- und desselben Leiters gibt — eine Erscheinung, die typisch für die nichtstationären Verhältnisse in der Kurzwellentechnik ist. In Abb. 1 soll dies an Hand eines Gedankenversuches näher erläutert werden: Es liege ein gut leitendes Band vor, das zu einem quadratischen offenen Rahmen gebogen sei. Auf irgendeine Weise werde das Band an einen cm-Wellengenerator angeschlossen. Es wird sich eine hochfrequente Ladungswelle auf dem Band ausbreiten (ähnlich Abschnitt I, Abb. 4) und durch geeignete Bemessung der Wellenlänge im Verhältnis zur Bandlänge sei infolge der Reflexion am freien Ende des Bandes eine stehende Ladungswelle mit einer der Abb. 1 a entsprechenden Ladungsverteilung erzielt worden. Die ungleichnamigen Ladungen sind dann Quellen und Senken eines elektrischen Feldes der gezeichneten Form, das sich also zwischen den einzelnen Gebieten desselben Leiters erstreckt! Man könnte sagen, um in der Ausdrucksweise des Elektrotechnikers zu sprechen, daß gewisse Bezirke der verteilten Kapazität des Bandes gegenüber anderen Bezirken desselben Leiters als Belegungen eines Kondensators aufzufassen sind.

Die stehende Ladungswelle auf dem Band wechselt nun alle Halbperioden ihr Vorzeichen und die Ladungen tauschen ihre Plätze, indem sie im vorliegenden Bild als Konvektionsströme in den Pfeilrichtungen über die Ecken des Rahmens in die Nachbarfläche fließen, um dort die neue, umgepolte Ladungsverteilung auszubilden. Diese Konvektionsströme haben ein Magnetfeld zur Folge, das in dem Maße sich aufbaut, als das elektrische Feld abnimmt. Es entsteht somit das typische Bild einer elektromagnetischen Schwingung, wobei die Kapazitätsbelegungen, wenn man so sagen will, durch die mittleren Zonen der 4 Seitenflächen dargestellt werden, indes die Induktivität durch die dazwischen liegenden Flächenelemente gebildet wird. Es ist bei nichtstationären Strömungen streng genommen natürlich unmöglich, zwischen der Wirksamkeit eines Flächenelementes in der einen oder anderen Form zu unterscheiden. Das bloße Vorhandensein eines leitenden Flächenelementes bedingt immer das Auftreten einer Kapazität gegenüber anderen Flächenelementen desselben Leiters und das Wirken als Induktivität infolge seiner endlichen Längenausdehnung.

Die Undefiniertheit der Kapazitäts- und Induktivitätsbelegungen (im Sinne von konzentrierten Schaltelementen eines Schwingkreises) und die Vielfalt der Gruppierungsmöglichkeiten der in dieser Weise wirkenden Flächenelemente wird aus Abb. 1 b nochmals ersichtlich. Hierbei ist durch Änderung der Wellenlänge eine neue Möglichkeit einer stehenden Ladungswelle angedeutet, wodurch sich eine andere Form des elektrischen Feldes und eine entsprechend andere Zuordnung von Kapazitätsbelegungen, d. h. eine neue Art eines Schwingungszustandes ergibt. — Diese Erscheinungen bilden nun die Grundlage zum Verständnis der Hohlraumschwingungen und werden im folgenden in erweiterter Form immer wiederkehren.

Zunächst seien aber einige wichtige Hohlraumschwingkreise aus bekannten Schwingkreisformen in anschaulicher Form abgeleitet (Abb. 2). Als Ausgangspunkt seien zwei für Meterwellen noch gut geeignete Kreise aus konzentriertem C und L gewählt: Der aus einem Plattenkondensator und kreisförmigen Bügel bestehende Schwingkreis in Abb. 2 a, ein ähnlicher Kreis mit Rechteckbügel in Abb. 2 b. Das elektrische Feld in der Kapazitätsstrecke sei durch die Pfeile E angedeutet. Der Kreisstrom  $i$  durchfließt die Induktivitätsbügel und schließt sich als Verschiebungsstrom über die Feldlinien E. Läßt man dieses schwingungsfähigen Gebilde in Gedanken um zwei horizontale, strichliert angedeutete Achse rotieren, so entstehen Rotationskörper, deren Achsenschnitt aus Abb. 2 c und d zu ersehen ist. Elektrotechnisch betrachtet, bedeutet diese Rotation nichts anderes als die Parallelschaltung sehr vieler gleichartiger Kreise, wobei natürlich wieder ein schwingungsfähiges Gebilde ent-

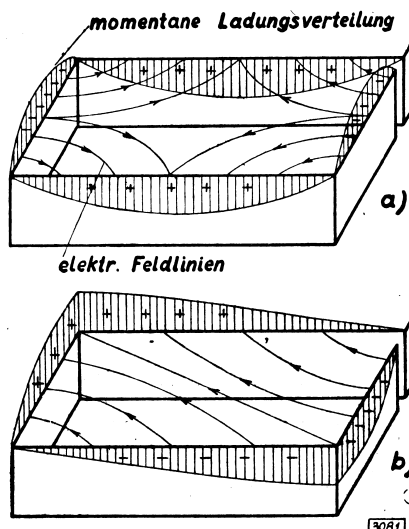


Abb. 1. Elektrisches Feld einer stehenden Ladungswelle auf einem leitenden Band

\*) Vortrag, gehalten am 18. 6. 46 im Rahmen der 3. Vortragsreihe „Radiotechnische und physikalische Neuerungen“ des Gewerbeförderungsdienstes im Bundesministerium für Handel und Wiederaufbau und der Versuchsanstalt für Radiotechnik des Technologischen Gewerbemuseums in Wien.

\*\*) Radio-Rundschau Nr. 1/2/1947.

stehen muß. Die Eigenwelle dieses neuen Kreises muß infolge der Parallelschaltung aller Induktivitäten bei Beibehaltung der Kapazität wesentlich niedriger liegen als vorher. Das Ergebnis des Gedankenversuches ist also folgendes: Man erhält

1. Schwingungsfähige Gebilde mit kleiner Eigenwelle,
2. Leiterformen, die sich durch sehr große Oberfläche auszeichnen, daher sehr geringe Widerstandsverluste aufweisen werden,
3. allseits geschlossene Hohlräume, in deren Innern allein sich der Schwingungsvorgang abspielt. Da nämlich das elektrische Feld in diesem Hohlraum ebenso wie bei Abb. 2 a und b zwischen den Platten des Kondensators verläuft, die dort gespeicherten ungleichnamigen Ladungen sich pendelnd in Form von Konvektionsströmen über die Induktivität (die z. B. durch die Toroidfläche in Abb. 2 c gebildet wird) ausgleichen, die Ströme daher wegen des Hauteffektes nur auf der Innenhaut der gesamten metallischen Schale fließen können, ist die Außenhaut dieser Schale völlig stromlos. Der Schwingungsvorgang im Innern der Hohlräume wirkt sich nach außen überhaupt nicht aus und die Schwingung ist gänzlich strahlungsfrei.

Auf Grund dieser Tatsachen ist es leicht einzusehen, daß die Hohlraumresonanzkreise den Rohrleitungskreisen überlegen sein müssen; die meist einseitig offenen Rohrkreise sind einerseits nicht ganz frei von Strahlungsverlusten und andererseits durch

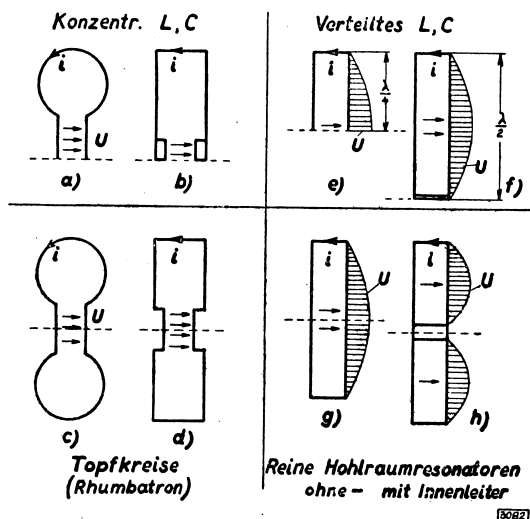


Abb. 2. Schematische Entwicklung von Hohlraumresonatoren aus bekannten Schwingkreisformen

die hohe Stromkonzentration auf dem verhältnismäßig dünnen Innenleiter auch durch Widerstandsverluste stärker gedämpft als die großflächigen Hohlraumkreise. Ein quantitativer Vergleich wird im Zusammenhang mit den Ergebnissen der mathematischen Behandlung weiter unten gezogen.

Die in Abb. 2 c und d dargestellten Hohlraumkreise sind noch durch eine ziemlich deutlich ausgeprägte konzentrierte Kapazität (Kreisplatte) und Induktivität (Toroidfläche) gekennzeichnet. Solche Kreise werden häufig auch als „Topfkreise“ innerhalb der großen Gruppe der Hohlraumkreise (bzw. Hohlraumresonatoren) bezeichnet, während jene allseitig geschlossenen Schwingkreise, bei denen keinerlei konzentriertes L und C mehr zu erkennen ist, am besten durch „reine“ Hohlraumresonatoren bezeichnet werden müßten. Beispiele für Kreise der letzten Art sind in den Abb. 2 g und h dargestellt, und zwar lassen diese sich durch Rotation um die angedeutete Achse aus den bekannten Formen der Abb. 2 e und f schematisch herleiten. Die Abb. 2 e zeigt die  $\frac{\lambda}{4}$ -Lecherleitung, Abb. 2 f die

beiderseits kurzgeschlossene  $\frac{\lambda}{2}$ -Leitung mit der typischen sinusförmigen Spannungsverteilung längs der Leitung. In den Achsenschnitten der Rotationskörper Abb. 2 g, h, ist auch die an diesen Resonatoren auftretende Spannungs- bzw. elektrische Feldverteilung angedeutet. Es sei schon an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß es bei Hohlraumresonatoren vielfach sinnlos wird, von „Spannung“ zu sprechen — vielmehr zieht man die elektrische Feldstärke als Charakteristikum heran.

Zum Schluß sei noch betont, daß die Abbildungen 2 a bis h zwar anschauliche, aber natürlich nur schematische Behelfe zum leichteren Verständnis der Hohlraumresonatoren sind. In Einzelheiten versagt die angewandte Arbeitsmethode, so ist z. B. die bei den Lecherleitungen wirklich vorhandene sinusförmige Spannungsverteilung bei den Hohlraumresonatoren Abb. 2 g und 2 h nicht mehr genau vorhanden, sondern nur mehr annähernd, da in diesen Fällen die Feldverteilung durch die der Sinusfunktion nur ähnliche Besselfunktion gegeben wird. Genaue Aussagen über Hohlraumresonatoren kann man immer nur durch die mathematische Behandlung des betreffenden Problems erhalten.

Im Folgenden seien an Hand von einigen Beispielen noch weitere Hohlraumresonatoren betrachtet, die einerseits das Verständnis von der physikalischen Seite her vertiefen, andererseits die Fülle der möglichen Schwingungsformen andeuten sollen. In Abb. 3 a ist die schon öfter erwähnte flache zylindrische Dose (Abb. 2 g und Abschnitt I, Abb. 1) dargestellt, die als Schwingungskreis verwendet werden soll. Es wird gezeigt, wie von außen her eine Schwingung des Hohlraumes erregt werden kann. In der Zylinderwand befinden sich zwei kleine Löcher, durch die eine Leiterschleife ins Doseninnere geführt wird. Die Schleife werde von einem cm-Wellengenerator gespeist. Der Strom in der Schleife erzeugt ein hochfrequentes Magnetfeld H, dessen Feldlinien die in Abb. 3 a angedeutete Richtung verlaufen. Das Magnetfeld H induziert Oberflächenströme i, die in der in Abb. 3 b gezeichneten Richtung verlaufen. In einem Achsenschnitt, der die Schleifenebene enthält (Abb. 3 c), ist der induzierte Oberflächenstrom i wieder durch Pfeile gekennzeichnet. Dieser Strom bewirkt, daß auf einer Deckfläche des Zylinders von allen Stellen des Randes gegen die Mitte hin z. B. negative Ladungen transportiert werden, während auf der anderen Deckfläche die entsprechenden positiven Ladungen erscheinen. Die ungleichnamigen Ladungen bilden schließlich wieder Quellen und Senken eines elektrischen Feldes E (Abb. 3 d). In der Achse ist das Feld am stärksten (größte Ladungskonzentration in den Deckflächenmittelpunkten), daher ist auch das Wegintegral über die gesamte Zylinderhöhe, d. i. die elektrische Potentialdifferenz im Zylinderinnern an dieser Stelle am größten (Abb. 3 e). Das im eingeschwungenen Zustand vorhandene Magnetfeld hat die Form von coaxialen Kreisen; die Intensität dieses Feldes ist auf der Achse Null und erreicht ihr Maximum knapp innerhalb des Zylindermantels (Abb. 3 f). Das gesamte elektromagnetische Feld ist rotationssymmetrisch. Im Hinblick auf den dem Elektrotechniker geläufigen Schwingkreis aus konzentriertem L und C könnte man sagen, daß die zentralen Partien der beiden Deckflächen der Kreiskapazität, der Zylindermantel der Induktivität entspricht.

Diese Schwingungsform der zylindrischen Hohlräume ist nur eine von den vielen Möglichkeiten, die theoretisch gegeben sind. Sie zeichnet sich aber durch große Einfachheit aus und wird fast ausschließlich in der Praxis verwendet. Die Linien des elektrischen Feldes sind achsenparallele Gerade, die des magnetischen koaxiale Kreise. Dazu kommt, daß die Eigenfrequenz dieses Schwingungszustandes die niedrigste aller möglichen ist. Man nennt daher ebenso wie in der Akustik bzw. Mechanik, wo

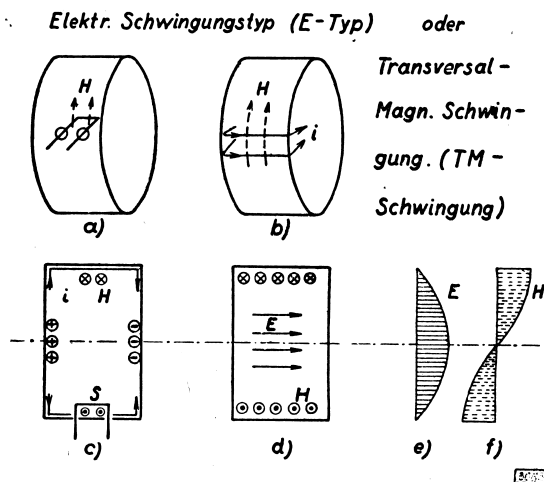


Abb. 3. Die Anregung der Grundschiwingung des E-Typs in einem kreiszylindrischen Resonator

ganz ähnliche Verhältnisse vorliegen (Schwingungen von Saiten oder Hohlräumen), diesen Zustand die Grundschiwingung.

Nun gibt es außer den zugehörigen Oberschwingungen, die weiter unten kurz gestreift werden, noch eine ganz andere Gruppe von Schwingungsmöglichkeiten desselben Hohlraumes – eine Erscheinung, die deshalb kein Gegenstück in der Mechanik hat, weil es sich hier um zwei-erlei Feldarten, um elektrische und magnetische Felder handelt. Der soeben behandelte Schwingungstyp zeichnet sich dadurch aus, daß bei ihm und seinen sämtlichen Oberschwingungen die magnetischen Feldlinien ebene Kurven sind. Die ganze Gruppe von Schwingungen wird deshalb in der angelsächsischen Literatur „transversal – magnetische Schwingungen (TM-Schwingungen)“ genannt; in der deutschen Literatur sind sie als „elektrische“ Schwingungstypen (E-Schwingung) bekannt. Im Gegensatz dazu lassen sich aber auch Hohlraumschwingungen erregen, bei denen die elektrischen Feldlinien immer ebene Kurven bilden, die zugehörigen magnetischen Feldlinien aber Raumkurven. Diesen Schwingungstyp bezeichnet die angelsächsische Literatur als „transversal-elektrische“ (TE-) Schwingung, die deutsche hingegen als H-Schwingung oder „magnetischen“ Schwingungstyp.

Das einfachste Beispiel hierfür ist in Abb. 4a wieder an Hand der zylindrischen Dose dargestellt. Die Anregung erfolgt diesmal durch eine um 90° gegenüber dem vorigen Fall gedrehte Drahtschleife, die in ihrem Wirkungsbereich ein achsenparalleles Magnetfeld  $H$  erzeugt. Dieses Feld erregt auf der Innenwand des metallischen Hohlraumes Ströme, die sich in Richtung der in Abb. 4b gezeichneten Pfeile bewegen. Dies hat die in Abb. 4c gezeichnete Ladungstrennung zur Folge. Im eingeschwungenen Zustand entsteht daher ein elektrisches Feld von der in Abb. 4d gezeichneten Art (eine Zylinderhälfte abgehoben) das von einem Magnetfeld nach Abb. 4e begleitet ist. Man erkennt deutlich, daß die magnetischen Feldlinien komplizierte Raumkurven sind, die elektrischen Feldlinien hingegen in Ebenen verlaufen. Es ist dies die Grundschiwingung (längste Eigenwelle) des H-Typs. Wollte man auch für diesen Fall wieder wirksame Kapazität und Induktivität aufsuchen, so zeigt sich hierbei noch deutlicher, daß eine solche Festlegung auf Grund der allgemeinen Anteilnahme aller Flächenelemente an kapazitiven und induktiven Wirkungen wohl nur mit großer Willkür möglich ist. Man könnte die oberen und unteren Zonen des Zylinderumfanges, wo das elektrische Feld ansetzt und endet (Abb. 4d) mit einigem Recht als Belegungen des Schwingkreis-drehkondensators auffassen. Man sieht aber deutlich, daß die aus der Langwellentechnik gewöhnte Vorstellung, die einem elektrischen Schwingkreis immer eine bestimmte Kapazität und eine Induktivität zuordnet, bei Hohlraumschwingungen immer mehr in den Hintergrund treten muß; in einfachen Fällen mag sie noch als Arbeitsbehelf gewisse Dienste leisten, sie verliert aber bei den komplizierteren Oberschwingungen infolge ihrer künstlichen Konstruiertheit völlig an Wert.

Zu jeder der beiden geschilderten Grundschiwingungstypen gibt es nun eine dreifach unendliche Mannigfaltigkeit von Oberschwingungen, wovon aber jede einzelne das Charakterstikum der H- bzw. E- Schwingungen trägt. Die wesentlichen

Gesichtspunkte, nach denen diese Oberschwingungen geordnet werden können, sind in Abb. 5 verdeutlicht. Abb. 5a zeigt die bekannte elektrische Grundschiwingung eines Kreiszylinders. Der Einfachheit halber sei nur mehr das elektrische Feld betrachtet, das die dargestellte Intensitätsverteilung in Abhängigkeit vom Radius besitzt; in achsialer Richtung ist die Feldstärke konstant, d. h.  $E = f(r)$ . Die dreifach unendliche Mannigfaltigkeit der Oberschwingungen ist nun dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Feldstärke (und damit natürlich auch die magnetische)

1. in unendlich verschiedenartiger Weise vom Radius abhängig sein kann,  $E = f(r)$ ,
2. außer von  $r$  auch noch eine Abhängigkeit in achsialer Richtung aufweisen kann,  $E = f(r, z)$ , und
3. schließlich auch noch von der dritten Zylinderkoordinate, dem Winkel  $\varphi$  abhängig werden kann,  $E = f(r, z, \varphi)$ .

Eine schematische Andeutung der ersten Möglichkeit ist in Abb. 5b gegeben. Es treten mehrere Maxima der Feldstärke längs eines Radius auf, die voneinander durch Knotenflächen getrennt sind. Die Geraden  $S_1 - S_2, S_3 - S_4$  bilden den Schnitt dieser kreiszylindrischen Knotenflächen mit der Zeichenebene. Die Zahl der Feldmaxima längs eines Radius kann beliebig groß sein, ähnlich den Oberschwingungen einer Saite. In den Abb. 5c, d, e ist die zweite Gruppe der Oberschwingungen dargestellt, wobei  $E = f(r, z)$ . Der Feldvektor  $\vec{E}$  wird aus zwei Komponenten  $E_r$  und  $E_z$  zusammengesetzt, die beide in ra-

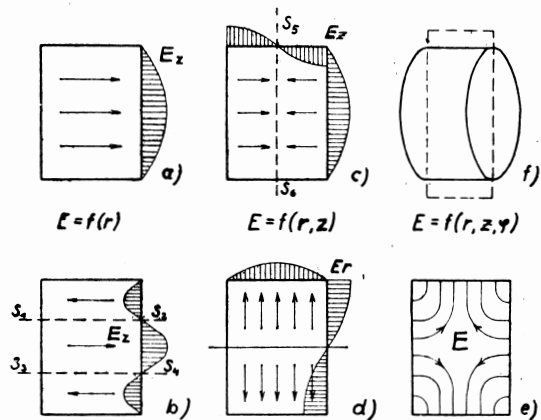


Abb. 5. Die Einteilung der Oberschwingungen des E-Typs bei einem Resonator

dialer und achsialer Richtung eine „Welligkeit“ aufweisen. In Abb. 5c und 5d ist die einfachste Art dieser Abhängigkeit wiedergegeben – wobei eine senkrecht zur Achse stehende Knoten e b e n e bei  $E_z$  (Schnitt  $S_3 - S_4$  mit der Zeichenebene) und bei  $E_r$  eine Knotenlinie (in die Achse fallend) auftritt. Das aus den Komponenten zusammengesetzte resultierende elektrische Feld hat dann die Form wie in Abb. 5e.

Schließlich deutet Abb. 5f an, daß im Falle  $E = f(n, z, \varphi)$  noch weitere Knotenflächen bei den Feldkomponenten zu beobachten sind, die die Form von Achsenschnittebenen haben und das Zylinderinnere in verschiedene Winkelgebiete teilen, in denen eine bestimmte Winkelabhängigkeit der Feldkomponenten herrscht. In diesen Fällen hat der Feldvektor drei Komponenten  $E_r, E_z, E_\varphi$ , von denen jede einzelne wieder von  $r, z$  und  $\varphi$  abhängt. Die elektrischen Feldlinien haben die Form von Raumkurven, indes die magnetischen Feldlinien auch in den kompliziertesten Fällen noch ebene Kurven bleiben, da es sich um Schwingungen des E-Typs handelt. – Es ist allgemein üblich, durch drei Indizes  $l, m, n$ , die in enger Beziehung zu der Zahl der Knotenflächen stehen, die Ordnungszahl des Schwingungstyps zu kennzeichnen (z. B.  $E_{011}$ ) und durch dieses Kurzzeichen einen noch so komplizierten Schwingungszustand eindeutig festzulegen. Abschließend sei bemerkt, daß nur die Grundschiwingungen bisher praktisch angewandt worden sind. Die Fülle der Oberschwingungen, die bei großen Resonatorabmessungen kleinste Wellen zu erregen gestatten würden, ist noch in keinem Fall technisch ausgewertet worden, sondern trat bloß bei der experimentellen Nachprüfung theoretischer Ergebnisse in Erscheinung.

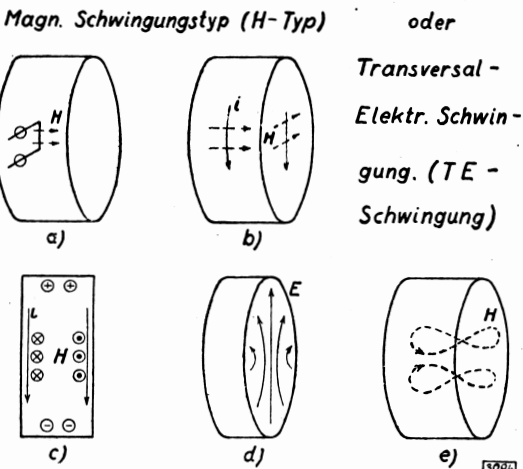


Abb. 4. Die Anregung der Grundschiwingung des H-Typs in einem kreiszylindrischen Resonator



Nach dem Bisherigen dürfte es nun leicht einzusehen sein, daß es praktisch möglich ist, jeden beliebig gestalteten metallischen Hohlraum zu Eigenschwingungen anzuregen. Voraussetzung ist nur, daß seine linearen Abmessungen in der Größenordnung der erregenden Wellenlänge liegen. In der Abb. 6 sind die drei geometrisch einfachsten Hohlräume, nämlich Zylinder, Kugel und Würfel, — jeder einzelne in der Grundschwingung des E-Typs erregt, — vergleichsweise nebeneinander gesetzt und die Wellenlänge  $\lambda$  in Abhängigkeit von den geometrischen Abmessungen ( $R$  = Radius,  $a$  = Würfelkante)

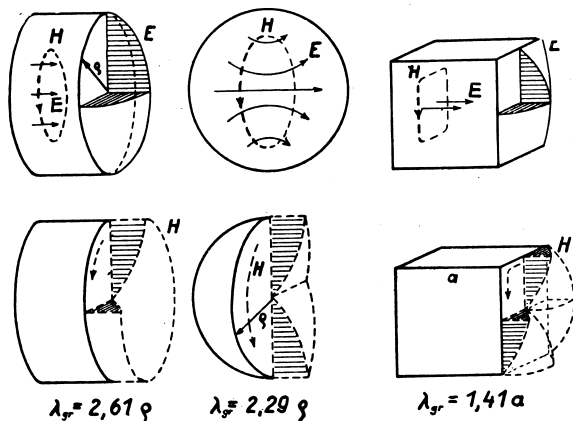


Abb. 6. Elektrisches und magnetisches Feld der Grundschwingung des E-Typs bei Kreiszyylinder, Kugel und Würfel

angegeben. Die Richtung der elektrischen und magnetischen Feldlinien ist schematisch durch Pfeile angedeutet. Da bei der praktischen Handhabung solcher Schwingkreise die Kenntnis der Feldverteilung im Raum von entscheidender Bedeutung ist (um z. B. an geeigneten Stellen die Feldenergie auskoppeln zu können), befindet sich bei jedem Resonator gleichzeitig eine plastische Veranschaulichung dieser Feldverhältnisse. Die Feldamplitude ist in Form eines Reliefs, in dem die Erhöhung ein Maß für die Feldstärke darstellt, über einer Querschnittsebene aufgetragen.

Zum Schluß des Abschnittes über die reinen Hohlraumresonatoren ist noch ein quantitativer Vergleich zwischen den elektrischen Eigenschaften einer Rohrleitung und eines zylindrischen Hohlraumresonators in Abb. 7 angegeben. Es sei in diesem Zusammenhang kurz hingewiesen, daß Güte  $Q$  und Resonanzwiderstand  $\mathcal{R}$  eines Resonators in der gleichen Weise berechnet werden können, wie in Abschnitt I Abb. 5 ausführlicher dargestellt wurde, nämlich mit der Kenntnis der Feldenergie, der Verlustleistung und der Eingangsspannung. Hierbei wäre allerdings hervorzuheben, daß als Eingangsspannung z. B. eines in der Grundschwingung des E-Typs erregten kreiszylindrischen Resonators das Integral über die elektrische Feldstärke längs der Zylinderachse anzusehen ist. In Abb. 7 sind zunächst die schon aus Abschnitt I bekannten optimalen Daten für  $Q$  und  $\mathcal{R}$

Rohrleitung, $l = \frac{\lambda}{2}(\varphi_1, \varphi_2, l)$	Elektr. Grundschw. d. Zyl. ( $\varphi, l$ )
$\lambda = 4l$	$\lambda = 2,61\rho$
$Q_{opt} = 1,46 \cdot 10^4 \frac{\rho}{\lambda^2}$	$Q = \frac{2,6 \cdot 10^4}{\lambda^2(\frac{1}{\rho^2} + \frac{1}{l^2})}$
$\mathcal{R}_{opt} = 1,92 \cdot 10^6 \frac{\rho}{\lambda^2}$	$\mathcal{R} = \frac{4,8 \cdot 10^6 l}{\lambda^2(1 + 0,38 \frac{l}{\rho})}$
$\lambda = 10 \text{ cm}, \varphi_2 = 0,5 \text{ cm}$	$\lambda = 10 \text{ cm}, \varphi = 3,83 \text{ cm}, l = 5 \text{ cm}$
$Q_{opt} = 2300$	$Q = 18.000$
$\mathcal{R}_{opt} = 304 \text{ K}\Omega$	$\mathcal{R} = 4,3 \text{ M}\Omega$
$Q = \frac{\text{Feldenergie}}{\text{Verlustenergie i. d. Per.}}$	$\mathcal{R} = \frac{(\text{Spannung})^2}{\text{Verlustleistung}}$

Abb. 7. Resonanzwelle, Güte  $Q$  und Resonanzwiderstand eines Rohrkreises im Vergleich zu einem kreiszylindrischen Resonator gleicher Wellenlänge

eines Parallelresonanzkreises, der aus einer einseitig geschlossenen  $\frac{\lambda}{4}$ -Rohrleitung mit den Radien  $\varphi_1$  und  $\varphi_2$  und der Länge  $l$  besteht, wieder aufgeführt. Daneben steht zum Vergleich, in welcher Weise die Größen  $Q$  und  $\mathcal{R}$  eines in der elektrischen Grundschwingung erregten kreiszylindrischen Hohlraumresonators (Radius  $\varphi$ , Länge  $l$ ) von den geometrischen Daten abhängig sind; die Zahlenangaben gelten für das Leitermaterial Kupfer. Eine numerische Auswertung der Beziehungen zeigt deutlich die Überlegenheit des Resonators über die Rohrleitung: Bei der angenommenen Wellenlänge von 10 cm würde ein zylindrischer Resonator (Radius  $\varphi = 3,8$  cm, Länge  $l = 5$  cm) eine rechnerische Güte von 18.000 und einen Resonanzwiderstand von 4,3 Megohm ergeben, also rund 10 mal besser als der entsprechende Rohrleitungskreis sein! Wenn sich auch diese theoretischen Werte praktisch nicht völlig verwirklichen lassen, so sind doch die Ursachen hierfür beim Resonator die gleichen wie bei der Rohrleitung, so daß die Überlegenheit des ersteren nach wie vor bestehen bleibt.

Im folgenden wenden wir uns einer Resonatorform zu, die schon in Abb. 2 erwähnt wurde und die interessante Beziehungen zu den Rohrleitungskreisen zeigt. Es handelt sich um den kreiszylindrischen Resonator mit konzentrischem Innenleiter in Abb. 8. Es wurde schon bei Besprechung der Abb. 2 f, h, mit Hilfe eines Analogieschlusses abgeleitet, daß dieser Hohlraum eine Schwingungsform aufweisen muß, bei der im einfachsten Fall das elektrische Feld sich geradlinig zwischen den beiden Deckflächen des Zylinders erstrecken muß. Es ist dies ein Schwingungszustand des E-Typs. Rechnung und Experiment zeigen, daß dabei eine Feldverteilung herrscht, wie in Abb. 8 a dargestellt.

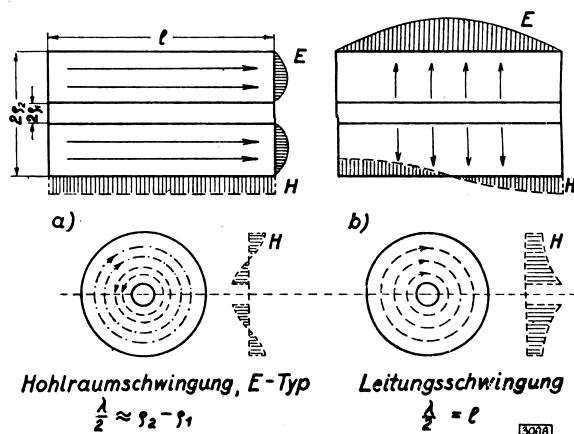


Abb. 8. Die Schwingungsformen der beiderseitig geschlossenen Rohrleitung

Elektrisches und magnetisches Feld sind über die gesamte Zylinderlänge konstant und bloß in radialer Richtung veränderlich. Wie schon durch die elektrische Feldverteilung anschaulich angedeutet und dann durch die Rechnung streng bewiesen werden kann, ist für diesen Schwingungszustand erforderlich, daß die lichte Weite des Zylinders ungefähr gerade so groß wie die halbe Wellenlänge der erregten Schwingungen sein muß. Nun ist der dargestellte Hohlraum aber auch in einem anderen Lichte zu betrachten: er ist als eine beiderseits kurzgeschlossene Rohrleitung anzusehen, die sich dann als Parallelresonanzkreis erregen läßt, wenn die Länge  $l = \frac{\lambda}{2}$  ist. In diesem Fall hat

man es mit einer typischen „Leitungsschwingung“ zu tun, wie sie ausführlich in Abschnitt I behandelt worden war. Der elektrische Feldvektor ist jetzt radial gerichtet und die Intensität variiert nach einer sin-Funktion längs der Leitung (Abb. 8 b). Ähnlich ist die axiale Abhängigkeit des Magnetfeldes, das koaxiale Feldlinien zeigt und sich in radialer Richtung in der skizzierten Weise ändert. Interessant und vor allem für die Praxis wichtig ist nun folgendes: Da die Eigenfrequenz dieser „Leitungsschwingung“ nur von der Zylinderlänge abhängt, kann man den Radius des Hüllrohres beliebig vergrößern, ohne etwas Grundsätzliches an dem Schwingungszustand zu verändern. Im Gegenteil, mit wachsendem Radius  $\varphi_2$  wird sich nach Abb. 7 (bzw. Abb. 9 des Abschnittes I) die Güte  $Q$  und



der Resonanzwiderstand  $R$  eines solchen Kreises erhöhen. Man gelangt aber bei solchem Vorgehen bald an eine Grenze und zwar dann, wenn die lichte Weite  $\varphi_2 - \varphi_1$  der Rohrleitung in die Größenordnung von  $\frac{\lambda}{2}$  kommt: in diesem Augenblick ist der Schwingungszustand nicht mehr eindeutig festgelegt — es kann sich statt der Leitungsschwingung genau so gut der E-Typ der Hohlraumsschwingung einstellen. Diese Tatsache ist bei praktischen Arbeiten mit Rohrleitungen stets zu beachten.

Alle bisherigen Betrachtungen habe nur „reine“ Resonatoren zum Gegenstand gehabt. Im folgenden sollen nun die sogenannten „Topfkreise“ behandelt werden, deren technische Bedeutung sehr erheblich ist. Alle dm- und cm-Generatoren bedienen sich nämlich der Topfkreise, indem sie die anfachende Elektronenströmung zwischen den Kapazitätsbelegungen eines Schwingkreises übertreten lassen. Da es dabei meistens auf möglichst kurze Elektronenlaufzeit ankommt, ergibt sich zwangsläufig eine starke Annäherung der als Elektroden wirkenden Kapazitätsflächen und damit das Auftreten einer konzentrierten Kapazität. Es ist klar, daß diese Kreise im wesentlichen dieselben charakteristischen Eigenschaften haben wie die anderen Resonatoren. Güte und Resonanzwiderstand müssen aber etwas unterhalb jener Werte liegen, die für die reinen Resonatoren ohne Innenleiter gelten, da infolge der immer vorhandenen, wenn auch oft sehr kurzen Stücke eines Innenleiters (dessen Stirnflächen dann die Kapazität bilden, siehe Abb. 2 d, Abb. 9 b, c), auf demselben eine dämpfungserhöhende Stromkonzentration entsteht.

Da es sich bei den Topfkreisen um keine einfachen geometrischen Körper handelt, ist ihre Berechnung wesentlich schwieriger. Sie gelingt nur mit Näherungsmethoden und der grundsätzliche Weg, wie z. B. die Abmessungen bei einer vorgeschriebenen Eigenwelle festzustellen sind, sei an Hand der Abb. 9 in Umrissen skizziert. Von einem Topfkreis sei gegeben: Die Wellenlänge  $\lambda$ , die konzentrierte Stirnkapazität  $C$  und der Radius  $\varphi_1$  des Innenleiters. Es ist gefragt, wie die Höhe  $h$  und der Außendurchmesser  $2\varphi_2$  des Resonators zu wählen sind, damit die vorgegebene Wellenlänge erreicht wird. Es gibt unendlich viele Lösungen dieses Problems, aus denen schließlich eine einzige auf Grund weiterer konstruktiver oder elektrischer Bedingungen ausgewählt werden muß. Die Gesamtheit der Lösungen wird aber in zwei Gruppen einteilen sein: jene, bei denen der Kreis einer Leitung ähnelt (Abb. 9 b) und jene, wo er einer flachen Dose gleichsieht (Abb. 9 c). Für die reinsten Vertreter dieser beiden Gruppen lassen sich aber die geometrischen Daten aus der Wellenlänge berechnen. Indem man nun einmal den Zusammenhang zwischen  $h$  und  $\varphi_2$  für die kapazitiv belastete Rohrleitung (Abb. 9 b) bei konstantem  $\lambda$  rechnet, sodann denselben Vorgang für die kapazitiv belastete Dose (Abb. 9 c) wiederholt, gelangt man zu den zwei Kurvenzügen der Abb. 9 a: Die Kurve a zeigt den Zusammenhang zwischen  $h$  und  $\varphi_2$  bzw. für die auf die Wellenlänge bezogenen Größen  $\frac{h}{\lambda}$  und  $\frac{\varphi_2}{\lambda}$  bei dem Rohrleitungskreis, die Kurve b dasselbe für die Dose. Es ist klar, daß beide Kurven nur in gewissen Bereichen gelten: so liefert die Kurve a nur richtige Ergebnisse im Gebiet der kleinen  $\varphi_2$ , so lange es sich also um eine wahre, enge Rohrleitung handelt. Je größer  $\varphi_2$  wird, desto weniger stimmen die Voraussetzungen der Rechnung und desto unzuverlässiger wird der Kurvenzug. Die Kurve b hingegen, der die Annahme einer flachen Dose zugrunde liegt, liefert wieder nur richtige Werte im Gebiet der großen  $\varphi_2$  solange es sich also tatsächlich um dosenförmige Kreise handelt. Indem man nun das brauchbare Stück 1—2 der Kurve a mit dem ebenso brauchbaren Abschnitt 3—4 der Kurve b durch das extrapolierte Stück 2—3 verbindet, erhält man einen Kurvenzug, der im gesamten Bereich des  $\varphi_2$  dessen Abhängigkeit von  $h$  wiedergibt. Damit ist die Dimensionierungsfrage gelöst. Die Auswahl aus den vorhandenen Möglichkeiten wird nun z. B. nach dem Gesichtspunkt getroffen, daß man jene Form wählt, die die kleinste Dämpfung aufweist. Es ist dies gerade eine Form, die zwischen den beiden Extremfällen der Abb. 9 b und c liegt. — Alle interessierenden Größen, wie Güte, Feldenergie, Verlustleistung usw. können nach dem gleichen Näherungsverfahren berechnet werden.

Es bleibt schließlich noch übrig, einige Hinweise auf die praktische Handhabung der Resonatoren zu geben. Die Anregung bzw. die Auskopplung von Feldenergie erfolgt ebenso wie bei den Leitungen mit Hilfe von einstellbaren Stiften (ka-

pazitive Kopplung) oder Schleifen (induktive Kopplung), die in das elektromagnetische Feld ragen. Einzelheiten hiezu sind schon in Abschnitt I, Abb. 12 und 13 behandelt worden.

Einen sehr wichtigen, technisch aber sehr unbefriedigenden Punkt bildet die willkürliche Frequenzänderung der Hohlraumresonatoren. Es gelingt bis jetzt nur, sehr geringe Frequenzänderungen ohne beträchtliche Verluste an Güte vorzunehmen, da ja zum Unterschied von allen anderen Schwingungskreisen im allgemeinen keinerlei bewegliche Elemente vorhanden sind. Solange die Resonatoren in Luft verwendet werden, ist die Wellenlängenänderung allerdings kein schwieriges

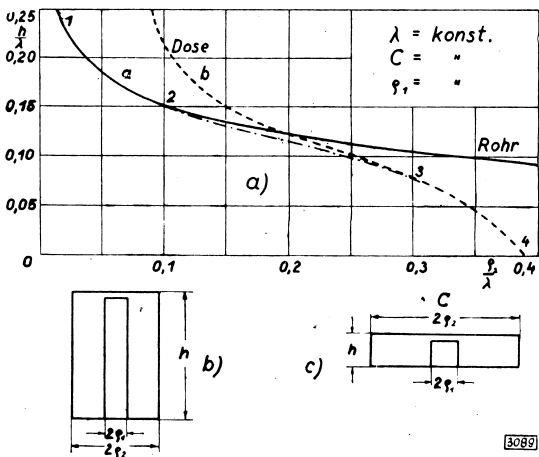


Abb. 9. Näherungsverfahren zur Berechnung von Topfkreisen

Problem: nach Art der Abb. 10 a wird die konzentrierte Kapazität veränderlicher gemacht, indem man den Innenleiter beweglich ausbildet. Es ist hierbei nur auf beste Kontaktgabe zwischen den festen und den beweglichen Teilen zu achten, da angesichts der die hohe Güte bedingenden geringen Widerstandsverluste ein merklicher Kontaktwiderstand die schlimmsten Folgen hat. Ist hingegen, was sehr häufig der Fall ist, der Resonator gleichzeitig ein Teil des Entladungsgefäßes oder befindet er sich ganz im Vakuum, so ist eine Wellenlängenänderung schwierig. Beim Klystrom der Gebr. Varian wurde das Problem in der Weise gelöst, daß der gesamte Resonator (Abb. 10 b) mit Hilfe von Schrauben mechanisch deformiert und

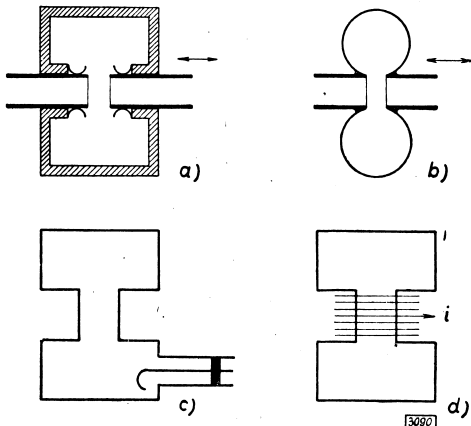


Abb. 10. Maßnahmen zur Abstimmung von Resonatoren

damit die Spaltkapazität geändert wurde. Eine andere Möglichkeit besteht darin, daß man die Spaltkapazität nicht beeinflusst, sondern eine abstimmbare Hilfsleistung lose an den Hohlraum ankoppelt (Abb. 10 c). Da eine solche Leitung je nach ihrer Länge als veränderlicher Blindwiderstand wirkt, kann man durch Längenänderung die Eigenfrequenz um geringe Beträge ziehen.

In diesem Zusammenhang sei noch bemerkt, daß durch Intensitätsschwankungen eines den Hohlraum durchfließenden Elektronenstromes oft auch unerwünschte Frequenzänderungen

auftreten könnten. Schwankende Elektronenkonzentration innerhalb der Spaltkapazität (Abb. 10 d) wirken bekanntlich wie ein Dielektrikum mit variabler Dielektrizitätskonstante, so daß ein dichtemodulierter Elektronenstrom gleichzeitig eine Frequenzmodulation mit sich bringt.

Es bleibt noch übrig anzudeuten, wie bei Generatoren die Anregung des Resonators durch den Elektronenstrom in den meisten Fällen erfolgt (sog. Influenzstromerregung, Abb. 11). Der dichtemodulierte Strom  $i$  durchfließt die gitterförmigen Kapazitätsflächen E und E', ohne dabei überhaupt auf den Resonator aufzutreffen. Der zeitlich schwankende Elektronenstrom innerhalb des Spaltes (zwischen den Ebenen E und E') bewirkt ein zeitlich ebenso pulsierendes Magnetfeld, dessen Feldlinien koaxiale Kreise bilden. Als Folge dieses Feldes tritt der Oberflächenstrom  $i$  auf, der in der gezeichneten Pfeilrichtung fließt. Dadurch bilden sich die periodischen Auf- und Entla-

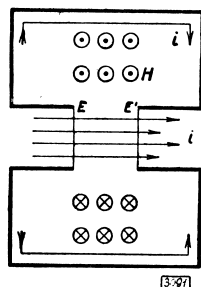


Abb. 11. Die Anregung eines Resonators durch einen dichtemodulierten Elektronenstrom („Influenzstromerregung“)

dungen der Kapazitätsflächen E und E' aus und als weitere Folge erscheint das hochfrequente elektrische Spaltfeld, m. a. W. die Schwingkreissspannung.

Das Hauptanwendungsgebiet haben die Hohlraumresonatoren in der Laufzeitröhrentechnik gefunden, die infolge der hohen Generatorinnenwiderstände geradezu an die praktische Anwendbarkeit der Resonatoren gebunden ist. Die ausführliche Darstellung dieser Verhältnisse ist aber einem eigenen Aufsatz vorbehalten. An dieser Stelle sei nur ein einziges, aber sehr elegantes Beispiel eines anderen dm-Generators besprochen: Der Resotank der Fa. Pintsch, ein Bremsfeldgenerator für  $\lambda = 14$  cm. Abb. 12. zeigt einen schematischen Schnitt. Eine zylindrische Metallhülle H ist durch eine Keramik-

In diesem so gebildeten Entladungsgefäß befindet sich ein zentrisch angeordnetes Rohr G, das an einem Ende mit dem Boden der Hülle H verbunden ist, während das andere Ende in eine Erweiterung E übergeht. Schließlich ist innerhalb der Hülle H noch eine isoliert angebrachte, zur Rohrachse zentrische Rotationsfläche, deren Achsenschnitt die durch A'-A-A'' gegebene Form hat. Die Flächen A' und A'' bilden gegen die Hülle H sehr große Kapazitäten, so daß der gleichstrommäßig isolierte Einsatz A hochfrequenzmäßig mit H kurzgeschlossen ist. In gleicher Weise bildet die Erweiterung E gegenüber H einen kapazitiven Kurzschluß, insbesondere als der Ringspalt L zwischen E und H als Rohrleitung angesehen werden kann, die an beiden Enden offen ist und die Länge  $\frac{\lambda}{4}$  besitzt. Sie wirkt nach den Ausführungen des Abschnittes I (Abb. 8) vom Entladungsraum aus gesehen als völliger Kurzschluß. Auf diese Weise entsteht hochfrequenzmäßig betrachtet ein Hohlraum von der Form nach Abb. 12 b, im wesentlichen eine in der Mitte kapazitiv beschwerte  $\frac{\lambda}{2}$ -Leitung. Dieser Hohlraum wird mittels

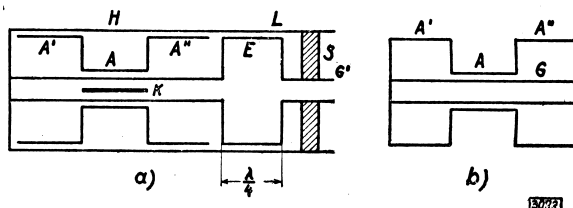


Abb. 12. Der Resotank, ein Bremsfeldgenerator mit Hohlraumresonator

einer Elektronenströmung angeregt, die von der Kathode K ausgeht, durch die positiv vorgespannte, in die K gegenüberliegenden Bereichen gitterförmig durchbrochene Elektrode G hindurchtritt und vor der negativ vorgespannten Elektrode A wieder umgelenkt wird und nach G zurückkehrt. Die nach diesem bekannten Bremsfeldgeneratorprinzip im Hohlraum erzeugte Hochfrequenzenergie kann nun einem Verbraucher zugeleitet werden, wozu sich die an E anschließende, aus dem Innenleiter G und H bestehende und in den Außenraum führende Rohrleitung gut eignet. Sie ist über die  $\frac{\lambda}{4}$ -Leitung L an den Generator angekoppelt, denn bekanntlich tritt an dem nach außen weisenden Ende der Leitung L ein Spannungsbauch auf (vergl. Abschnitt I, Abb. 8), der den Energietransport über die aus G' und H gebildete Leitung vermittelt.

## Neues vom Radio

In Atlantic City hat am 15. Mai die Radioweltkonferenz, wie berichtet wird, in einer Atmosphäre des Verständnisses und der Zusammenarbeit begonnen. Über 700 Delegierte aus 76 Ländern nehmen an den Beratungen teil, in denen die Grundlagen für eine vernünftige Ordnung des Radioweltverkehrs ausgearbeitet werden sollen. Zum Vorsitzenden der Konferenz wurde der Präsident der FCC, Charles R. Denny gewählt, zum Generalsekretär G. C. Gross, Direktor des Büros der »Union Internationale des Telecommunications« ernannt.

In zehn Kommissionen werden die verschiedenen Fragen behandelt, dabei wird das System der gleichzeitigen Übersetzungen angewendet — wodurch die Arbeiten der Konferenz sehr beschleunigt werden. In seiner Eröffnungsrede erklärte der amerikanische Unterstaatssekretär Norton, die Konferenz habe vor allem die Aufgabe, eine Überprüfung der verwendeten Frequenzen vorzunehmen und eine neue Frequenzzuteilungsliste aufzustellen.

Vor kurzem konnten wir berichten, daß der Sender Rot-Weiß-Rot in Wien verstärkt werden soll und daß die Ravag einen neuen Sender mittlerer Leistung errichten will. Nun kommt die Nachricht, daß auch die Leistung des Senders Dornbirn auf etwa 20 kW erhöht wird, nachdem die diesbezüglichen, über ein Jahr andauernden Bemühungen anscheinend zu einem Erfolg geführt haben.

In Vorarlberg sieht man in der Verstärkung des Senders einen großen Vorteil, weil dadurch

die Empfangsbedingungen in der Schweiz und in Deutschland, wo ja die Hauptmasse der Hörer wohnhaft ist, etwas verbessert werden. Man erhofft sich dadurch eine erhöhte Werbewirkung und die Vorarlberger Landesregierung soll, wie man erfährt, die Kosten des Umbaus bereits übernommen haben.

Selbstverständlich hat diese beabsichtigte Verstärkung des Dornbirner Senders in Tirol eine gewisse Besorgnis hervorgerufen, da man eine Empfangsverschlechterung westlich Innsbruck befürchtet. Dornbirn und Innsbruck arbeiten derzeit auf der gleichen Welle und durch eine Verstärkung von Dornbirn würde das Verwirrungsgebiet der beiden Sender vom Arlberggebiet mehr gegen Innsbruck verschoben werden, so daß also eine größere Anzahl von Tiroler Hörern mit schlechteren Empfangsverhältnissen rechnen müßte. Man bemüht sich daher in Tirol, die Genehmigung zu einer Verstärkung des bisher zirka 1 kW starken Senders Innsbruck auf ebenfalls etwa 20 kW zu erreichen.

Sollten diese beabsichtigten Leistungserhöhungen durchgeführt werden, so bleibt die Frage noch offen, was mit diesen Sendern dann nach der Einführung eines neuen Wellenplanes wird geschehen müssen. Überhaupt vermißt man in diesem Zusammenhang jeden noch so bescheidenen Ansatz für eine Gesamtplanung des österreichischen Rundfunks. Da schließlich die Kosten für alle diese Projekte, falls sie ausgeführt werden, letzten Endes doch von der Bevölkerung aufgebracht werden müssen, ist die Forderung wohl nicht ungerechtfertigt, daß bei solchen Maßnahmen vernünftig, d. h. sparsam vorgegangen wird. Dies ist aber kaum gewährleistet, wenn an allen möglichen Stellen nach eigenem Ermessen gehandelt wird.

Nach einer Mitteilung der U. I. R. arbeiten derzeit in Berlin nicht weniger als 6 Rundfunksender. Anscheinend hat auch dort die Zoneneinteilung eine besondere Entwicklung des Rundfunks bewirkt.

Die Sender der russischen Zone arbeiten auf folgenden Frequenzen:

153 kHz (Königswusterhausen, 5 kW)  
565 kHz (Potsdam)  
841 kHz (Tegel, 100 kW)  
6070 kHz.

Der Sender im amerikanischen Sektor hat die Frequenz

610 kHz (10 kW),

in der britischen Zone arbeitet ein Sender auf der Frequenz

1330 kHz (2,5 kW)

und im französischen Sektor soll ein Rundfunksender demnächst in Betrieb genommen werden.

Außerdem ist im amerikanischen Sektor ein Drahtfunkprogramm auf 210 kHz zu hören, während in der britischen Zone auf 224 kHz ein Drahtfunkprogramm gesendet wird. Daß überdies noch eine Reihe von Sendern für die Truppenbetreuung in Betrieb stehen, ist eigentlich eine Selbstverständlichkeit. Deutschland besitzt derzeit übrigens nicht weniger als sieben Sender von wenigstens 100 kW!

Die belgische Hauptstadt besitzt derzeit vier Rundfunksender, und zwar Brüssel I auf 620 kHz, 20 kW, Brüssel II, 932 kHz, 20 kW, Brüssel III, 1285 kHz, 5 kW und Brüssel IV, 868 kHz, 10 kW. Für den Kolonialdienst stehen in Leopoldville (Belgisch Kongo) sechs Kurzwellensender von je 50 kW in Betrieb, und zwar mit den Frequenzen 6140 kHz, 9745 kHz, 11.645 kHz, 15.170 kHz, 17.770 kHz und 21.680 kHz.



XV, Kürnberggasse 8  
Zwischen Reindorfasse und  
Sparkasseplatz  
R 35-1-76-L

- Radiokassetten  
in preiswerten  
Ausführungen
- Heizwiderstände  
600—1000  $\Omega$ /40 W
- Amateurmaterial

**Auch für  
Wiederverkauf**

**A. Burkl** Fachunternehmen  
für Rundfunk und  
Phonotechnik



Electronic-  
Tonabnehmer  
prompt lieferbar

**Wien 3, Gottfried-Keller-Gasse 13**  
Fernruf U 12-0-48 (Am Modenapark)

**Stefra**

H.F.-BAUTEILE

**R. Franek**

WIEN X, LANDGUTGASSE 15

DERZEIT BESCHRÄNKTE  
LIEFERMÖGLICHKEIT

*Erinnern Sie sich noch  
an den guten brummtönenfreien*

**EFKA-TRAFO**

in beschränktem Umfange  
**WIEDER LIEFERBAR!**

**EFKA KARL FISCHER**

Wien III, Hainburger Straße 21 • U 11-0-73, U 18-4-57

**Radio Seidl**

DAS SPEZIALGESCHÄFT  
FÜR DEN RADIOBASTLER

*bringt immer Neues!*

UNSER SCHLAGER!

Preislistenauszug:

**Zwerglautsprecher**

Sprechleistung: 2 Watt  
Größter Außendurchmesser: 124 mm, Tiefe 58 mm, Gewicht 400 g  
Schwingspulenimpedanz: 2,5 Widerstand b. 800 Hz  
Resonanzfrequenz: ca. 80 Hz  
Feldstärke im Luftspalt: 5300 Gauss  
Membrane: nahtlos, geschöpft mit steifem Konus und weichen Rillen  
Membran-Zentrierung: hochwertiger Ringmagnet

prompt lieferbar!

Lautsprecher: 3 Watt, 165 mm  $\varnothing$ , 85 mm Tiefe  
Lautsprecher: 4 Watt, 220 mm  $\varnothing$ , 120 mm Tiefe  
Ausgangstrafo lagernd

ACHTUNG!

Wir übernehmen Lautsprecherreparaturen aller Marken, auch ausländische Fabrikate  
Fordern Sie Preislisten - Provinzversand!

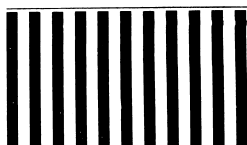
**WIEN VII, NEUBAUGASSE 86**



## Empfängerbauteile Meß- und Prüfgeräte Verstärkeranlagen

mit diesen Firmenzeichen sind **Qualitätserzeugnisse**  
und werden hergestellt im

**HOCHFREQUENZLABORATORIUM  
ING. VIKTOR STUZZI  
WIEN VII, NEUBAUGASSE 71**



**WIENER  
SCHALLPLATTENHAUS**  
G. m. b. H.  
**WIEN**  
I, Getreidemarkt 10



## SCHALLPLATTEN LAGERND

Für Bastler und  
Amateure  
**Radiomaterial**  
stets in reichster  
**Auswahl**

Lagerliste auf  
Verlangen

Provinzversand

## SCHALLPLATTEN LAGERND

## 3 wichtige Bausteine für den Bastler

### DKE, VE und Lautsprecherkassetten

formschöne Metallausführung, spritzlackiert  
beste Klangqualität, mit und ohne Rückwand

### VE - Antrieb

einfachster Einbau, neue Stationseinteilung

### VE - Chassis

Stets Neues an Baumaterial für den Bastler

## RADIO R. FAULHABER

Wien V, Schönbrunner Straße 88, Tel. B 29 0 46  
Eig. Reparaturwerkstätten. Verlangen Sie Provinzversandlisten

## Radio- ZENTRALE

Das altbewährte Spezialhaus  
für den Radioamateur

Wien VII, Mariahilfer Straße 86, Telefon B 31-402

*Reparaturen* in eigener Werkstätte  
**rasch und billigst**

## In allen einschlägigen Geschäften CHROMOTON

Grammofon-Needles - Pick-Up - Offspiel-Nadel

**zirka 300 mal spielbar**

Gute, geräuschfreie Tonwiedergabe

Preis S 2.55

GROSSVERTRIEB

**ELEKTRO-AKUSTISCHE APPARATE**

Vertriebsges. m. b. H.

WIEN VII, NEUBAUGASSE 28 - TEL. B 30-2-89, B 31-0-41

## Radio Zehetner



Wien VIII, Lerchenfelderstraße 18, Tel. A 24 2 87

## Großreparaturwerkstätte

für sämtliche Markenapparate

Großlautsprecheranlagen

Reparatur und Einbau von Autoempfängern

# Wiener Herbstmesse 1947

7. bis 14. SEPTEMBER

## MESSEPALAST

MODEMESSE  
LEDERWAREN  
MÖBEL  
KUNSTGEWERBE



## ROTUNDENGELÄNDE

TECHNISCHE MESSE  
RADIOMESSE  
NAHRUNGS- UND GENUSSMITTEL  
LAND- UND FORSTWIRTSCHLICHE  
MUSTERSCHAU

# Antennen

## Eigenschaften, Anpassung und Berechnung

(Fortsetzung von Heft 5)

Unter Fehlanpassung versteht man bekanntlich das Verhältnis der größten zur kleinsten Spannung auf einer Hochfrequenzleitung

$$k = \frac{E_{\max}}{E_{\min}} \quad (7)$$

Nun besteht zwischen der Fehlanpassung, dem Abschlußwiderstand  $R$  und dem Wellenwiderstand  $Z$  einer Hochfrequenzleitung die Beziehung

$$k = \frac{|R + Z| + |R - Z|}{|R + Z| - |R - Z|} \quad (8)$$

Kennt man also den Wellenwiderstand und den Betrag der Fehlanpassung, so ist auch die Bestimmung des Abschlußwiderstandes möglich. Darauf beruhen ja die verschiedenen Verfahren zur Widerstandsmessung bei hohen Frequenzen. In dem erwähnten Aufsatz\*) wurde gezeigt, daß mit einer verhältnismäßig einfachen Brückenschaltung die direkte Messung von  $k$  möglich ist. Dies kann nun dazu verwendet werden, unbekannte Antennenwiderstände zu messen.

Die Schaltung eines solchen Gerätes zeigt die Abb. 14. Eine Brücke, die aus den beiden Teilerwiderständen  $W$ , dem Vergleichswiderstand  $Z$  und dem unbekannten Antennenwiderstand  $R$  gebildet wird, erhält von einem kleinen Hochfrequenzgenerator eine Spannung von der gewünschten Frequenz. Aus dem Verhältnis der beiden Spannungen  $E_1$  und  $E_2$ , die zweckmäßig einem Kreuzspulensinstrument zugeführt werden, kann sofort der Betrag der Fehlanpassung abgelesen werden.

Die Kenntnis von  $k$  allein genügt jedoch nicht, den absoluten Betrag des Antennenwiderstandes eindeutig zu be-

stimmten. Endpunktes des Vektors  $R$  liegt ja auf dem Kreise  $k$ .

Um nun die wahre Größe von  $R$  zu finden, kann man folgendermaßen vorgehen: Angenommen, die gemessene Fehlanpassung sei  $k_1$  (Abb. 15) und der Endpunkt des Widerstandsvektors sei  $A$ ,  $R$  besitze also eine induktive Komponente. Schaltet man in Reihe mit  $R$  einen Blindwiderstand  $X_0$  entgegengesetzter Richtung, in diesem Falle also einen Kondensator, so wandert der Endpunkt des Vektors der Reihenschaltung nach  $B$ , und die Brücke zeigt den kleineren Wert von  $k_2$  an. Führt man  $X_0$  variabel aus, etwa als Drehkondensator, so wird man bei Verkleinerung der Kapazität zunächst auch kleinere  $k$ -Werte messen, solange, bis nach Erreichung eines Minimums die Fehlanpassung wieder zunimmt.

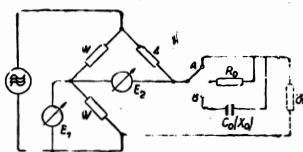


Abb. 14. Schaltung eines Fehlanpassungs-Meßgerätes

Im Minimum aber, das sich offenbar auf der Abszissenachse befindet, ist  $X_0$  genau gleich, aber entgegen gerichtet der Blindkomponente  $X$  von  $R$ , so daß diese bestimmt ist. Bei orientierenden Messungen kann man aus dem Verhalten der  $k$ -Anzeige sofort auf das Vorzeichen der Blindkomponente von  $R$  schließen. Wenn, wie in dem erwähnten Beispiel, bei Vorschalten eines zunächst kleinen negativen Blindwiderstandes die Fehlanpassung zunächst kleiner wird ( $k_2$ ), hat  $R$  eine induktive Komponente (Vektorspitze der Reihenschaltung wandert von  $A$  nach  $B$ ). Ist  $X$  aber kapazitiv, so bewirkt die Vorschaltung von  $X_0$  eine Vergrößerung der Fehlanpassung auf  $k_3$ , die Vektorspitze wandert von  $C$  nach  $D$ .

Statt man also die Brücke mit einem veränderlichen und geeichten Blindwiderstand aus ( $X_0$  in Abb. 14), so ist man, ohne weiteres in der Lage, die Blindkomponente von  $R$  zu bestimmen, vorausgesetzt, daß für  $X_0$  sowohl Kapazitäten als auch Induktivitäten vorgesehen sind.

Jetzt handelt es sich nur noch darum, den Betrag der ohmschen Komponente  $R$  von  $R$  zu ermitteln. Zu jedem, mittels  $X_0$  eingestellten Minimum der Fehlanpassung gehören zwei Werte der reellen Komponente  $R$  des Antennenwiderstandes. Für  $X = 0$  ergibt sich nämlich aus Gleichung 8:

$$k = \frac{R}{Z} \text{ für } R > Z \quad (9)$$

$$\text{bzw. } k = \frac{Z}{R} \text{ für } R < Z \quad (9a)$$

Um die wirkliche Größe zu bestimmen, benutzt man den Vorschaltwiderstand  $R_0$  (Abb. 14). Bei Veränderung von  $R_0$  be-

wegt sich die Vektorspitze der Reihenschaltung von  $R_0$  und  $R$  auf der durch  $A$ ,  $B$ ,  $C$  und  $D$  parallel zur Abszissen-Achse gezogenen Geraden (Abb. 16). Durch Änderung der Größe von  $R_0$  kann man leicht feststellen, ob  $R$  kleiner oder größer als  $Z$  ist. Im ersten Fall ist ja der Endpunkt von  $R$  beispielsweise in  $A$  (oder etwa in  $B$ ) und eine Vergrößerung des Vorschaltwiderstandes  $R_0$  führt notwendig zuerst zu einer kleineren Fehlanpassung (Punkt  $B$ ,  $k_2$ ) und erst später, nachdem ein Minimum von  $k$  durchlaufen wurde, wieder zu größeren Fehlanpassungen. Ist aber  $R$  größer als  $Z$ , so bewirkt schon ein geringerer Vorschaltwiderstand  $R_0$  eine Zunahme der Fehlanpassung, z. B. die einer Verschiebung der Pfeilspitze von  $R$  von  $C$  nach  $D$  entspricht ( $k_3$ ).

Bei der praktischen Messung wird also zunächst die Fehlanpassung der Antenne allein gemessen (Stellung  $A$  des Umschalters in Abb. 14), dann wird  $X_0$  eingeschaltet und durch Änderung von  $X_0$  der Mindestwert von  $k$  eingestellt. Der zugehörige Wert von  $X_0$  muß notiert werden. Dann wird an Stelle von  $X_0$  der Widerstand  $R_0$  eingeschaltet und wie oben beschrieben bestimmt, ob  $R$  kleiner oder größer als  $Z$  ist.

Das beschriebene Verfahren hat den großen Vorteil, daß Messungen über große Frequenzbereiche schnell und mühelos durchgeführt werden können, da eine umständliche Auswertung der Ergebnisse, die man an Hand von Kreisdiagrammen vornimmt, am Meßort nicht nötig ist. Auch ist es ein Vorteil, daß Thermoinstrumente nicht erforderlich sind, die Messung der HF-Spannungen  $E_1$  und  $E_2$  erfolgt über Dioden oder Trocken-

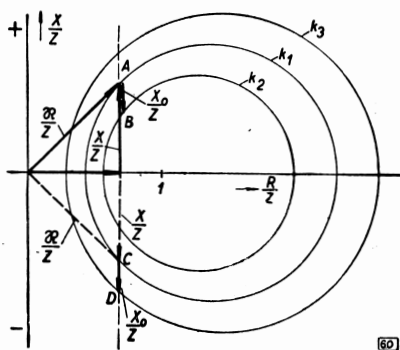


Abb. 15. Die Änderung der Fehlanpassung mit  $X_0$

stimmen und ist vor allem nicht ausreichend, Wirk- und Blindanteil von  $R$  zu ermitteln. In dem bekannten Kreisdiagramm für Hochfrequenzleitungen (Abb. 15), in dem alle Werte auf den Wellenwiderstand  $Z$  der Leitung bezogen sind, sind einer bestimmten Fehlanpassung  $k$  unendlich viele Werte von  $R$  zugeordnet. Der geometrische Ort des

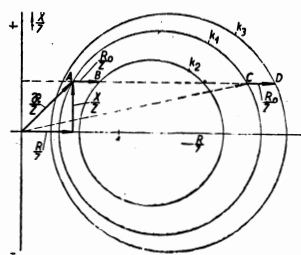


Abb. 16. Die Änderung der Fehlanpassung mit  $R_0$

gleichrichter. Nachteilig ist manchmal, daß infolge der relativ geringen Speisepotential Fremdspannungen in der Antenne das Ergebnis fälschen können, wenn diesem Falle nicht das nötige Augenmerk gewidmet wird.

Für Frequenzbereiche bis etwa 3 MHz bereitet der Bau eines solchen Gerätes kaum Schwierigkeiten und auch im normalen Kurzwellenbereich sind diese nicht bedeutend, besonders, wenn man, wie üblich, für  $W$  und  $Z$  niedrige Werte, in der Größenordnung von 100 Ohm wählt.

(Fortsetzung folgt)

\*) Eine Brückenschaltung zur Bestimmung der Fehlanpassung, Radio-Rundschau 1/1946.

# Radiosonden für den Wetterdienst

Von Dr. Fritz Hader

## Einleitung

Seit Jahrzehnten ist die Meteorologie an der Erforschung der höheren Luftschichten interessiert. Schon mit verhältnismäßig einfachen Hilfsmitteln gelang es um die Jahrhundertwende hochreichende Temperaturmessungen anzustellen, die eine gesetzmäßige Temperaturabnahme mit der Höhe zeigten, wobei in rund 10 km Höhe stets  $-50^{\circ}$  bis  $-55^{\circ}$  C erreicht wurden. Oberhalb dieser untersten 10 km der Lufthülle hörte die weitere Temperaturabnahme mit der Höhe auf, ja es stellte sich sogar in diesem Niveau häufig eine leichte Temperaturzunahme ein. Dies führte seinerzeit zur Entdeckung der Stratosphäre, die infolge ihrer anders gearteten Temperaturschichtung und der Wasserdampflosigkeit andere Gesetzmäßigkeiten aufweist als die darunterliegende Troposphäre, die dank ihres Gehaltes an Wasserdampf die Heimat der Wolken und damit des eigentlichen für uns sichtbaren Wetters ist. So erhielt in der praktischen Wettervorhersage die jeweilige Beschaffenheit der Stratosphäre und vor allem die fallweise Höhe der Tropopause, das ist die Grenzfläche zwischen Stratosphäre und Troposphäre, erhöhte Bedeutung.

Zur Messung der hierfür maßgeblichen Wetterelemente, Luftdruck, Temperatur und relative Feuchte der Luft, wurden sinnreiche, einfach zu handhabende Meteorographen entwickelt, die nach dem Prinzip der Barographen, Thermo- und Hygrographen, als Registriergeräte arbeiten. Als Träger dieses Meteorographen wurden sogenannte Drachen verwendet, die jedoch nur eine beschränkte Aufstiegshöhe, etwa 2500 m, erreichten. Ihr Nachteil lag vor allem darin, daß sie bei großer Windruhe infolge der starken Beanspruchung des Halteseiles nur geringe Höhen erreichen konnten und daher gerade bei Schlechtwetter, wenn Messungen aus großen Höhen von besonderem Wert für die Wettervorhersage gewesen wären, nur unvollständig ihren Zweck erfüllen konnten. Eine andere Methode, die der wissenschaftlichen Forschung sehr wertvolle Dienste leistete, aber im praktischen Wetterdienst unbrauchbar war, bestand darin, daß der Meteorograph an einem mit Wasserstoff gefüllten Ballon befestigt, seinem Schicksal in der Lufthülle überlassen wurde. Diese Methode hatte zum Unterschied vom Drachenaufstieg den Vorteil, daß fast immer die Stratosphäre von diesen Ballons erreicht wurde, die vielfach erst oberhalb von 20 km infolge des ständig geringer werdenden Luftdrucks platzten, worauf der Meteorograph mit seinen wertvollen Meßergebnissen mit Hilfe eines kleinen Fallschirmes langsam zur Erde schwebte. Die Auswertung der Meßergebnisse konnte selbstverständlich erst dann erfolgen, wenn der Meteorograph mit den Ballonresten aufgefunden worden war und auf Grund des ihm beigegebenen Finderbriefes an das zuständige meteorologische Institut eingeschickt worden war.

Als nach dem ersten Weltkrieg der ständig wachsende Luftverkehr immer größere Anforderungen an den Wetterdienst stellte, da ja gerade für den Flieger die Kenntnis der höheren Luftschichten von Wichtigkeit ist, stellte man das Flugzeug als Träger für den Meteorographen in Dienst, wodurch regelmäßig Meßergebnisse bis 5000 bis 6000 m Höhe in kurzer Zeit erreicht werden konnten. Mit der laufenden Verbesserung der Flugzeugtypen waren vor dem zweiten Weltkrieg bereits Messungen bis zu 8000 m Höhe in Einzelfällen möglich. Das Flugzeug als Träger des Meteorographen hatte darüber hinaus den Vorteil, daß ein Meteorologe mitfliegen konnte, der durch Beobachtung der Bewölkung und der Sichtverhältnisse die Meßergebnisse des Gerätes in wertvoller Weise ergänzte.

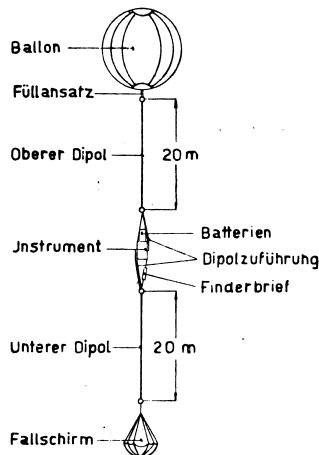


Abb. 1. Ballongespann der Radiosonde Lang

Neben den Luftdruck-, Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen ist jedoch auch der Wind in den verschiedenen Höhen von großer meteorologischer Bedeutung. Seine Messung erfolgt in der Regel derart, daß ein ausgewogener mit Wasserstoff gefüllter Gummiballon, der eine praktisch konstante Steiggeschwindigkeit besitzt, mit Hilfe eines Theodolits laufend verfolgt wird, wobei alle Minuten Seiten- und Höhenwinkel abgelesen werden. Die Berechnung des Höhenwindes ist dann eine einfache trigonometrische Aufgabe, die meist graphisch gelöst wird. Der große Nachteil dieser an sich einfachen Meßmethode besteht darin, daß sie nur bei wolkenarmen Wetter Erfolg hat, da beim Eintauchen in eine Wolke der Ballon der weiteren Beobachtung verlorengeht.

## Der Grundgedanke der Radiosonde

Mit der ständigen Vervollkommenung der Funktechnik ging man auch daran, deren Möglichkeit im Kurzwellen- und UKW-Bereich für Zwecke des Wetterdienstes nutzbar zu machen und entwickelte eine große Zahl von sogenannten Radiosonden, die besonders nach 1930 in immer steigendem Maße im prak-

tischen Wetterdienst eingesetzt wurden. Gegen Ende des zweiten Weltkrieges waren sie schon so gut entwickelt, daß sie das Flugzeug als Träger des Meteorographen fast ganz verdrängt hatten. Die Radiosonde ist ein nach dem Prinzip des Meteorographen entwickeltes Gerät, das in Verbindung mit einem Kurzwellensender die Übermittlung der Meßwerte des Luftdrucks, der Lufttemperatur und der relativen Feuchte von einem *frei fliegenden* Ballon aus bewirkt.

Die Anordnung eines fertigen Ballongespans zeigt die Abb. 1. Wir erkennen, daß die Radiosonde im Prinzip alle Vorteile vereint, die der vorhin beschriebene Ballonaufstieg mit Meteorographen und der Ballonaufstieg zur Höhenwindmessung bietet. Denn dank des Senders stehen die Meßwerte für Luftdruck, Temperatur und Luftfeuchte sofort zur Verfügung. Außerdem kann die Sonde während des Fluges gepült werden, so daß auch unabhängig vom Bedeckungsgrad des Himmels mit Wolken bis weit in die Stratosphäre hinein der Höhenwind gemessen wird.

Von der Vielheit der vor und besonders während des Krieges entwickelten Radiosonden stehen nur spärliche, zum Teil überhaupt keine Angaben zur Verfügung. Es soll daher nachstehend über einige deutsche Radiosonden berichtet werden, um zum Verständnis dieses Sonderzweiges der Funktechnik zu gelangen.

## Die Radiosonde Lang

Das Prinzip dieser in Deutschland hauptsächlich verwendeten Radiosonde zeigt die Abb. 2. Die Messung der Größen: Luftdruck, Temperatur und relative Feuchte erfolgt rein mechanisch und völlig unabhängig voneinander. Der Sender beeinflusst das Meßergebnis nicht und dient nur als Übertragungsorgan.

Der Luftdruck wird in festen Stufen mit logarithmisch abnehmenden Abständen gemessen, die etwa 1500 m Höhendifferenz entsprechen. Eine Vididose (Druckdose) läßt eine Kontaktfeder über eine Leiste aus Isoliermaterial mit eingelegten Kontaktstreifen gleiten. Die Druckstufen sind gekennzeichnet durch die Umschaltung der dauernd gesendeten Frequenz auf eine andere, bei festgehaltener Empfängerstellung, also durch Aussetzen des Dauertones bei Erreichung einer jeden Druckstufe.

Die Temperatur wird aus Zeitabständen von kurzen Unterbrechungen bestimmt, die gleichfalls durch Umschalten der ausgestrahlten Frequenz bewirkt werden. Hierzu bewegt das Bimetall-Thermometer eine Kontaktvorrichtung (Zahnstange mit Kontaktstern), die auf einer von zwei Kontaktschalen umgebenen Walze aus keramischem Material schleift. Die Walze trägt an einem Ende einen kurzen Zeitmarkenkontakt und wird von einem Uhrwerk angetrieben. Die Zeitabstände zwischen dem Zeitmarken-



kontakt einerseits und den Kontakten, die der durch das Bimetallthermometer gesteuerte Kontaktarm bei Drehung der Walze nacheinander mit den Kontaktspiralen schließt, andererseits geben die Stellung des Kontaktsternes über der Walze und damit die Temperatur an. Die Zeitabstände zwischen den Zeitmarkenkontakten untereinander gestatten eine dauernde Kontrolle des Ganges der Walze.

Die Radiosonde Lang unterscheidet sich gerade in der Konstruktion der Kontaktvorrichtung von anderen Radiosonden, die bei ihr nicht aus einem einzigen Kontaktarm besteht, der den ganzen Temperaturbereich auf der Walze abzutasten hat, sondern aus einer Achse, die mehrere speichenartig angeordnete Kontaktarme trägt, den Kontaktstern. Wie die Abb. 2 zeigt, wird dieser Kontaktarm von dem temperaturempfindlichen Körper (Bimetall) gedreht. Hierbei ist der Winkelabstand der Kontaktarme so gewählt, daß ein Kontaktarm sich auf die Walze legt und die Kontaktgehung übereinstimmt, ehe der benachbarte Kontaktarm bei Drehung des Kontaktsternes die Walze verläßt. Dadurch wird erreicht, daß die Walze, das Uhrwerk und die Kontaktvorrichtung sehr viel kleiner und leichter als bei anderen Konstruktionen gehalten und die Temperaturangaben genauer übermittelt werden können, weil der Kontaktbereich nur einem Teil (rund 15° C) des ganzen Temperaturbereiches zugeordnet ist.

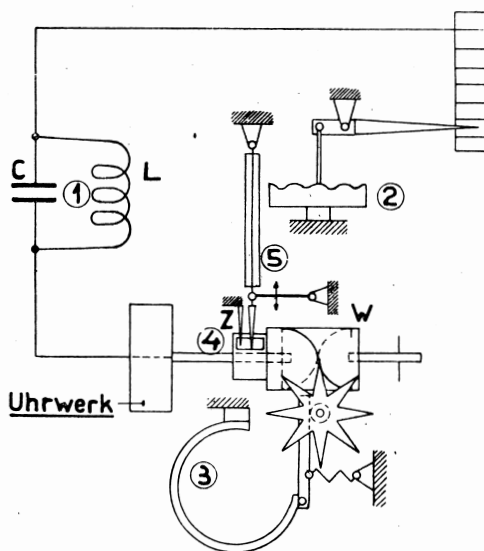
Die Messung der Relativen Feuchtigkeit erfolgt mit Hilfe eines Haarbündels, das durch seine Längenveränderung einen Hebel steuert, der durch Verschieben eines beweglichen Kontaktes die Länge der jede Minute einmal wiederkehrenden Zeitmarke verändert, ohne deren zeitlichen Ersteintritt zu beeinflussen. Durch rasche Vereisung des Haarbündels beim Aufstieg wird aber vielfach die Feuchtigkeitsmessung unmöglich gemacht.

Zusammenfassend können wir feststellen, daß zweimal in der Minute eine Temperaturmessung und einmal in der Minute eine Feuchtigkeitsmessung von der Radiosonde gesendet wird. Wichtig ist hierbei, daß durch das angewandte negative Aufnahmeverfahren (der Sender schwingt durch, Kontakte erscheinen als Unterbrechungen) die Störanfälligkeit bei der Aufnahme besonders gering ist, da Störsender die Registrierung nur in der Kontaktzeit, etwa 5–6 Sekunden je Minute, beeinflussen können. Ein weiterer Vorteil des Verfahrens liegt darin, daß der Sender auch außerhalb der Kontaktzeit gut im Empfänger gehalten werden kann.

Der Sender, der in der bekannten Dreipunktschaltung arbeitet, ist auf einer Grundplatte montiert und so ausgeführt, daß eine Auswechslung der Röhre möglich ist. Seine Wellenlänge liegt zwischen 100 und 75 m oder einer Frequenz von 3000 bis 4000 kHz. Der Schwingkreis besteht aus einer Spule und einer verhältnismäßig großen Schwingkapazität. Die einzelnen Teile sind auf kleinstem Raum um die Röhre so gruppiert, daß kurze Verbindungen ent-

Abb. 2.  
Die Radiosonde Lang

- 1 Schwingungskreis
- 2 Druckdose
- 3 Bimetallthermometer
- 4 Zeitmarkenkontakt
- 5 Haarbündel
- W Walze
- Z Zeitmarke



Antennen-  
länge 1,2 m

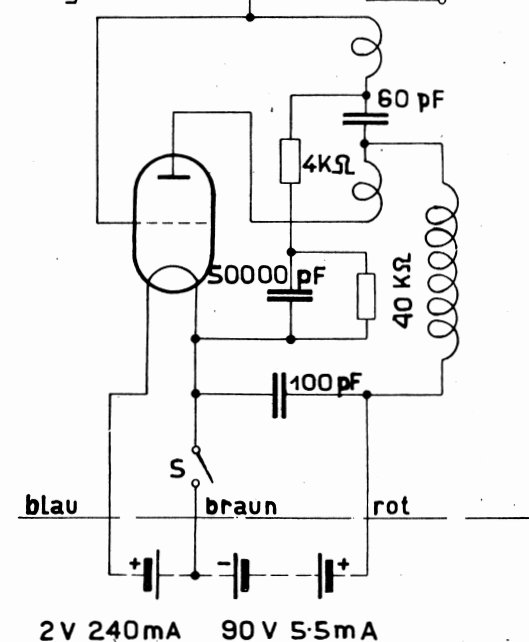


Abb. 3

Die UKW—Peilsonde RS 7

stehen. Die Batterieanschlüsse enden an drei Steckerbuchsen, die an der Grundplatte im Abstand des Batteriesteckers befestigt sind. Die Dipolanschlüsse enden an zwei Lötösen. Die Anschlüsse für die Ankopplung des Senders an das Instrument liegen an beiden Seiten des Schwingkondensators und führen hier an das Isolierstück der Zwischenwand, die den Sender von dem meteorologischen Meßgerät trennt. Das Gewicht des Senders mit allen Anschlüssen beträgt 60 g.

Für die Radiosonde wird als Stromquelle eine Anodenbatterie verwendet, die aus sogenannten Füllelementen nach dem Zink-Kohle-System besteht. Sie liefert mit 30 Zellen eine Spannung von 45 Volt und wiegt im gefüllten Zustand etwa 120 g. Am abnehmbaren Deckel

der Batterie befinden sich 3 Steckerstifte zum Aufstecken auf das Schutzgehäuse. Statt der Füllelemente können auch Trockenbatterien von 45 Volt verwendet werden.

Außerdem kommt eine Heizbatterie in Verwendung die aus zwei parallel geschalteten Rulag-Zwergakkumulatoren besteht. Die Spannung beträgt 2,0 bis 2,15 Volt, das Gewicht beider Zwergakkus etwa 90 g. Zum Schutz gegen Kälte sind Anoden- und Heizbatterie in einem mit Watte gefüllten Pappgehäuse untergebracht, in dessen Boden drei Bohrungen für die Durchführungen der Steckerstifte angebracht sind. Ein solches fertiges Batteriepaket hat ein Gewicht von 240 g.

(Schluß folgt)

# Fachliteratur

## Der Bildfunk in den Vereinigten Staaten

Bull. de Documentation et d'Information OIR  
3/1947

Dem Bericht zufolge ist der kommerzielle und private Bildfunkdienst in den USA. bereits sehr weit ausgebaut. Nachrichtensendungen, Wettermeldungen, Sendungen für Forschungsinstitute usw. finden bereits regelmäßig statt. Vor dem Kriege waren bereits zirka zehntausend Bildfunkempfänger in Verwendung. Während die ersten Geräte noch recht langsam in der Übertragung waren — gewöhnlich lieferten sie nicht mehr als etwa 25 Quadratzentimeter Bild oder Text in der Minute —, ist heute die Schnelligkeit der Bildübermittlung wesentlich höher. Die Durchschnittsleistung liegt bei etwa 300 Quadratzentimeter pro Minute. Die bisher schnellste Übertragung war eine Schreibmaschinenseite (ungefähr A 4) in einer Minute, was rund 10 Quadratzentimeter in der Sekunde bedeutet. Die Anpassung der älteren Empfänger an die höheren Übertragungs-Geschwindigkeiten soll sich verhältnismäßig einfach durchführen lassen und man nimmt an, daß der Bildfunk (facsimile) noch erheblich an Bedeutung gewinnen wird. Von der FCC werden daher Normen vorbereitet, um eine zweckmäßige Entwicklung zu ermöglichen. Man glaubt, daß die FCC folgende Normen empfehlen wird:

Seitengröße entsprechend einer Zeitungsseite mit 4 Spalten.

Übertragungsgeschwindigkeit 360 Zeilen pro Minute, was ungefähr 180 Quadratzentimeter pro Minute entspricht.

Zeilenzahl 41 pro Zentimeter.

Übertragung eines Signals nach je 260 Zeilen.

Es ist interessant, daß man in Amerika nicht daran denkt, den Bildfunk nur auf seine rein kommerzielle Anwendung zu beschränken, also etwa für den Nachrichtendienst der Zeitungen und dgl. Man will vielmehr auch diese Technik auf eine wesentlich breitere Basis stellen und strebt den Hausgebrauch des Bildfunks an. In dem oben erwähnten Aufsatz wird darauf hingewiesen, daß ein Bildrundfunk, der nicht mehr als eine Zeitung ins Haus liefert, wie man sie auf der Straße kaufen kann, dem Verfahren keine große Verbreitung und dadurch nicht den erstrebten finanziellen Erfolg sichern würde. Aus den angeführten Übertragungsgeschwindigkeiten geht hervor, daß die Seitenzahl dieser drahtlos übertragenen Zeitung kaum mit den üblichen amerikanischen Zeitungsumfang in Wettbewerb wird treten können, man müßte sich also auf die Übermittlung der reinen Nachrichten, des Wetterberichts u. dgl. beschränken.

Dementsprechend wird auch angeführt, daß im Bildrundfunk viel mehr als bloß Nachrichten gebracht werden muß und daß die Sendezeiten den Wünschen und Gewohnheiten der Hörer, d. h. Leser angepaßt werden müssen. Man denkt an

die Sendung von Bildern, Karrikaturen, Frauenstunden u. dgl. Besonders viel scheint man sich von den erzieherischen Programmen zu versprechen. Wenn die Kinder von der Schule zurückkommen, müßten Sendungen geboten werden, die entsprechend dem kindlichen Charakter ausgewählt werden sollen. Märchen, Abenteuergeschichten, Kreuzwörterrätsel und Bilder, die die Kinder selbst bemalen können, sollen diese Programme unterhaltsamer machen.

Die Empfangsapparate (Teleprinter) benutzen ein System,\*) bei dem sich das chemisch präparierte Papier durch den Stromdurchgang verfärbt, so daß also entsprechend den gesendeten Impulsen das Bild auf dem Papier aufgezeichnet wird. Selbstverständlich müssen die Umdrehungsgeschwindigkeiten der Walze, auf der das Papier aufgespannt wird, sowie der Vorschub mit den Sendeapparaturen synchronisiert werden, doch sind diese Einrichtungen vom Fernsehen her längst hoch entwickelt.

Während ursprünglich die üblichen Rundfunkwellen benutzt wurden, geht man jetzt auf Ultrakurzwellen über und verwendet an Stelle der Amplitudenmodulation vorwiegend Frequenzmodulation. Man verspricht sich schon in diesem Jahre einen bedeutenden Bildfunkdienst in den größeren Städten und die Industrie beginnt bereits mit der Serienherstellung von Heimbildfunkempfängern. Diese Geräte, die gewöhnlich für Amplituden- und Frequenzmodulation eingerichtet sind, sollen etwa zwischen 150 und 500 Dollar kosten. Über die Betriebskosten (Papier) sind in dem zitierten Bericht keine Angaben enthalten.

## Geheimnisse der Radiowelle I

von Cheffingenieur J. Šlišković

Österreichischer Bundesverlag, Wien 1947

Als drittes Heftchen der Ravag-Bücherei ist eine Einführung in die Radiotechnik erschienen, die sich bewußt an den Laien wendet, um ihm die Wunder der modernen Technik verständlich zu machen. Der Verfasser, in Technikerkreisen als erster Fachmann bekannt, beweist hier aufs neue, daß er auch in einer netten Weise allgemeinverständlich zu schreiben versteht, eine bei Technikern nicht allzu häufige Eigenschaft.

Auf knapp 50 Seiten werden an Hand von 14 einfachen Abbildungen zunächst die Grundlagen der Radiotechnik, beginnend mit dem Atom dargestellt. Heinrich Hertz, Tesla, Marconi und andere werden als die Pioniere der neuen Technik in Erinnerung gebracht und angefangen vom Funkensender die Eigenschaften und die Ausbreitung der elektromagnetischen Wellen dargestellt. Das Prinzip der Rückstrahlgeräte wird ebenso erklärt als die Frage, wie hoch die Antennentürme gewählt werden und warum der Bisambergsender

z. B. einen Reflektormast besaß. Auch der Grund, warum die Empfangsverhältnisse bei Tag und Nacht so verschieden sind und die Ursache der so unterschiedlichen Ausbreitungseigenschaften der Kurzwellen werden manchem nach der Lektüre des Büchleins verständlich sein.

Nach der Erläuterung des Begriffes Schwingungskreis und des Wesens der Abstimmung folgt eine kurze Einführung in die Wirkungsweise der Radoröhre, deren Verstärkungseigenschaften und eine Beschreibung der Rückkopplung. Es folgt die Erklärung der Modulation und damit der Technik der drahtlosen Übertragung überhaupt, an die sich eine knappe Schilderung der verschiedenen Arten der Rundfunkempfänger anschließt.

Der Verfasser versteht es, die komplizierten Begriffe, zu deren Definition der Fachmann oft eine Unzahl Formeln benötigt, in einer einfachen, leicht verständlichen Art darzustellen, ohne dabei die Exaktheit preiszugeben, was sonst bei so manchen populären Abhandlungen leider der Fall ist. Die Grundeinstellung des Autors zu der behandelten Materie und der Technik überhaupt geht dabei aus den letzten Worten des Büchleins hervor: »Der Geist des Menschen ist es, der alles zu meistern vermag, derselbe Geist, der, richtig geleitet, zu immer höherer Kultur und Zivilisation führt, und, unrichtig geleitet, zum Untergang der Welt führen kann. Die Folgen der für Zerstörungszwecke angewandten Technik haben wir alle genau gesehen und gespürt. Möge derselbe Geist auf den durch ihn zerstörten Kulturzentren Zentren der jahrhunderte alten Zivilisation neu erstehen lassen, die sich nie mehr am Kampfe des Bösen beteiligen und die so schwer behüteten und doch entlockten Geheimnisse der Natur nur mehr zum Guten werden lassen.

## Gesintertes Glas

Oft müssen mehrere Metallteile (z. B. Zu-leitungsdrähte) nahe aneinander in Glas eingeschmolzen werden. Hierbei sind gewisse Grenzen durch den Flüssigkeitsgrad der Glasmasse gegeben. In besonderen Fällen kann zwischen die Metallteile Glaspulver gebracht werden, das beim Einschmelzen zu einer Glasmasse mit kleinen Luft-einschlüssen zusammensintert. Verschiedene Eigenschaften und Anwendungsmöglichkeiten für dieses Glas werden besprochen.

E. G. Dorgelo in Philips Technical Review,  
January 1946, p. 2

## Geschirmte Niederfrequenztransformatoren

Eine amerikanische Firma bietet Niederfrequenztransformatoren mit doppeltem und dreifachem Schirm aus legiertem Blech an. Brumm wird gegenüber ungeschirmten Transformatoren bis zu 90 db (30.000 : 1) geschwächt.

Electronic Engineering Okt. 1946

## Ein trennscharfer Ortsempfänger

(Schluß von Seite 71)

Bei dieser Einstellung des Kondensators wird jetzt der Paralleltrimmer des Eingangskreises betätigt und zwar so lange, bis die Lautstärke am größten ist. Nunmehr wird der Drehkondensator wieder auf größte Kapazität gestellt, das heißt, wir stellen einen hörbaren Ortssender höchster Wellenlänge (Wien I, 506,8 m) ein und versuchen durch Verstellen des Eisenkernes der Eingangsspulengruppe auf größte Lautstärke zu bringen. Unter Umständen kann es — wie bei den im Mustergerät verwendeten Spulen — erforderlich sein, die Gitterkreiswicklung der Eingangsspulengruppe um etwa 5 Windungen zu erhöhen. Der Abgleichvorgang am unteren und oberen Ende der Skala ist so lange zu wiederholen, bis eine Lautstärkezunahme durch Verstellen des Trimmers bzw. Eisenkernes nicht mehr erreicht werden kann.

Das eben beschriebene Empfangsgerät ist, wie bereits eingangs erwähnt, ausschließlich zum einwandfreien Empfang von Ortssendern gedacht. Wohl hätte sich durch Anwendung einer Reflexschal-

tung, oder Rückkopplung des Eingangskreises eine Erhöhung der Empfindlichkeit erreichen lassen, doch wäre dann die gestellte Forderung nach einfachem Aufbau und Abgleich nicht mehr erfüllt gewesen. Der Nachbau des Gerätes in der beschriebenen Form kann von jedem Amateur, der mit Erfolg Ein- und Zweikreisempfänger gebaut hat, vorgenommen werden. Außerdem bildet dieser Empfänger eine ideale Vorstufe zum Bau größerer Geräte, da viele der hier erworbenen Erfahrungen bei komplizierteren Überlagerungsempfängern größerer Röhrenzahl verwertet werden können.

## Spulendaten:

Antennenspule: 20 Wdg. auf 12 mm Rundkern mit 0,25 mm Emailsedraht.  
Gitterkreisspule: 115 Wdg. auf 12 mm Rundkern mit HF-Litze.  
Oszillatorspule: 95 Wdg. auf 12 mm Rundkern mit 0,25 mm Emailseide.  
Rückkopplungsspule: 30 Wdg. auf 12 mm Rundkern mit 0,25 mm Emailseide.  
ZF-Filter: für 468 kHz (siehe Heft 5, Klein-Super).

## Stückliste:

C1	1000 pF
C2	5000 pF
C3, C5	30—40 pF Glimmer
C4, C6	450—500 pF
C7	0,1 MF
C8	400 pF
C9	0,5 MF
C10	0,1 MF
C13	10000 pF
C14, C15	100 pF
C16	10000 pF
C17	50000 pF
C18	20000 pF
C19	0,5 MF
C20	50 pF
C21	25 MF 15V
C22	10 MF 350V
C23	5000 pF
C24	0,2 MF
C25, C26	50000 pF
C27	10 MF 350V
C28	10000 pF
R	50000 Ω
R1	200 Ω
R2	1 MΩ
R3	2 MΩ
R4	50000 Ω
R5	0,5—1 MΩ
R6	0,3 MΩ
R7	30000 Ω
R8	500 Ω
R9	0,6—1 MΩ
R10	150 Ω
R11	2000 Ω
R12	1 MΩ
R13	30000 Ω

Ing. V. Stuzzi.

# Etwas zum Überlegen

Von Dipl.-Ing. Otto Schneller

Ein mit der Ladung  $Q_1$  geladener Kondensator von der Kapazität  $C$  speichert bekanntlich in seinem Dielektrikum die elektrische Arbeit

$$A_1 = \frac{Q_1^2}{2C}$$

Ein zweiter Kondensator der gleichen Kapazität möge die Ladung  $Q_2$  tragen, also die Arbeit

$$A_2 = \frac{Q_2^2}{2C}$$

speichern (Abb. 1). Die gesamte in den beiden Kondensatoren steckende Energie ist offenbar

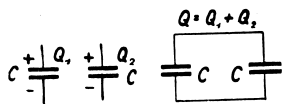


Abb. 1

Abb. 2

$$A = A_1 + A_2 = \frac{1}{2C} (Q_1^2 + Q_2^2)$$

Verbindet man nun die gleichnamig geladenen Belegungen (Abb. 2), so hat man einen einzigen Kondensator mit der Kapazität  $2C$  hergestellt. Er trägt natürlich die Ladung  $Q = Q_1 + Q_2$  und speichert daher die Arbeit

$$A' = \frac{Q^2}{2 \cdot 2C} = \frac{1}{4C} (Q_1 + Q_2)^2$$

Gegenüber dem obigen Wert  $A$  ergibt sich ein Fehlbetrag

$$\Delta A = A - A' = \frac{\Delta Q^2}{4C}$$

wobei zur Abkürzung  $Q_1 - Q_2 = \Delta Q$  gesetzt wurde. Wo ist dieser Energiebetrag geblieben?

Zunächst stellen wir fest, daß vor der Verbindung an den beiden Kondensatoren verschiedene Spannungen liegen, nämlich am ersten die Spannung  $U_1 = \frac{Q_1}{C}$ , am zweiten  $U_2 = \frac{Q_2}{C}$

Wenn wir die gleichnamig geladenen Belegungen verbinden, so gleichen sich die Spannungen aus. Dieser Vorgang ist in Abb. 3 dargestellt, in welcher die Verbindungsleitungen der Deutlichkeit halber als Widerstände gezeichnet sind. Der höher gespannte Kondensator ent-

lädt sich auf den niedriger gespannten.

Der Ladestrom  $i = \frac{dq_2}{dt}$  des letzteren

ist der Entladestrom  $i = -\frac{dq_1}{dt}$  des

ersteren. Die Vorzeichen ergeben sich aus den Richtungspfeilen der Abb. 3. Nach dem Grundgesetz  $q = C u$  wird

$$i = C \frac{du_2}{dt} = -C \frac{du_1}{dt} \quad (1)$$

Nach dem zweiten Kirchhoffschen Gesetz gilt nun für die Augenblickswerte von Strom und Spannung

$$iR + u_2 - u_1 = 0 \quad (2)$$

$R$  bezeichnet die Summe der Widerstände.

Wir differenzieren diese Gleichung

$$R \frac{di}{dt} + \frac{du_2}{dt} - \frac{du_1}{dt} = 0$$

und setzen für die beiden letzten Glieder die aus Gleichung (1) ermittelten Werte ein:

$$R \frac{di}{dt} + \frac{2}{C} i = 0$$

Wir trennen die Veränderlichen

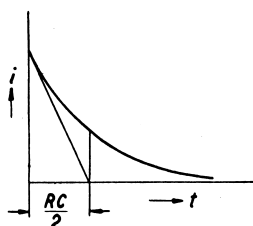


Abb. 4

$$\frac{di}{i} = -\frac{2}{RC} dt$$

und erhalten durch Integration

$$\ln i = -\frac{2}{RC} t + \ln k$$

oder

$$i = k e^{-\frac{2}{RC} t} \quad (3)$$

Zur Bestimmung der Integrationskonstanten  $k$  setzen wir Gleichung (3) in (2) ein

$$k e^{-\frac{2}{RC} t} R + u_2 - u_1 = 0$$

und betrachten den Einschaltaugenblick.

In diesem ist  $t=0$ ,  $u_1 = U_1$  und  $u_2 = U_2$ , so daß wir

$$kR + U_2 - U_1 = 0$$

$$\text{oder} \quad k = \frac{\Delta U}{R}$$

erhalten, wobei zur Abkürzung  $U_1 - U_2 = \Delta U$  gesetzt wurde. Damit ist der zeitliche Verlauf des Lade- und Entladestromes bestimmt (Abb. 4).

$$i = \frac{\Delta U}{R} e^{-\frac{2}{RC} t} \quad (4)$$

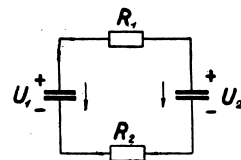


Abb. 3

Dieser Strom erwärmt den Widerstand  $R$  der Verbindungsleitungen. Die gesamte in Wärme verwandelte elektrische Arbeit ist

$$A_0 = \int i^2 R dt$$

wobei das Integral zwischen den Grenzen  $t=0$  und  $t=\infty$  zu bilden ist. Mit Gleichung (4) wird

$$\begin{aligned} A_0 &= \frac{\Delta U^2}{R} \int_0^\infty e^{-\frac{4}{RC} t} dt = \\ &= -\frac{\Delta U^2}{R} \frac{RC}{4} e^{-\frac{4}{RC} t} \Big|_{t=0}^{t=\infty} = \\ &= -\frac{C \Delta U^2}{4} (0-1) = \frac{C \Delta U^2}{4} \end{aligned}$$

Nun ist  $\Delta U = U_1 - U_2 =$

$$= \frac{Q_1 - Q_2}{C} = \frac{\Delta Q}{C}$$

Somit erhalten wir schließlich für die in Wärme umgesetzte elektrische Arbeit

$$A_0 = \frac{\Delta Q^2}{4C}$$

Sie ist unabhängig von der Größe des Widerstandes  $R$ . Ihr Wert stimmt mit dem anfangs ermittelten Fehlbetrag  $\Delta A$  überein. Dieser ist also keineswegs spurlos verschwunden. Er hat sich vielmehr restlos in Wärme verwandelt.

## Radiowirtschaft

»The Wireless and Electrical Trader« bringt interessante Zahlen über den britischen Export von Rundfunkgeräten und Röhren, die auszugewiesen in folgender Zusammenstellung wiedergegeben seien:

Export von Rundfunk-	1938	1946
empfängern		
Stückzahl	84.839	344.602
Wert (Pfund Sterling)	441.065	3.312.285
Export von Röhren		
Stückzahl	2.205.914	5.341.060
Wert (Pfund Sterling)	495.270	1.774.294
Gesamtexport radiotechnischer Geräte		
Wert (Pfund Sterling)	1.795.119	7.400.354

Diese Steigerung der Ausfuhr auf ungefähr das Vierfache trifft nicht nur den Export nach Ländern des britischen Weltreiches, sondern in gleichem Maße auch den nach fremden Ländern. Wann wird die österreichische Industrie exportieren können?

Nicht schlecht und auch anderswo nachahmenswert scheint eine Art Forschungstätigkeit zu sein, die von einigen amerikanischen Radiofabriken jetzt ausgeübt wird. Diese Firmen schicken Fachleute zu den Rundfunk-Reparaturwerkstätten, um von ihnen die typischen Mängel ihrer Empfänger zu erfahren. Daß sich die Reparaturwerkstätten diese Tips gut bezahlen lassen werden, ist anzunehmen, doch kommt es für die Industrie anscheinend doch noch billiger, als fehlerhafte Ausführungen weiter zu erzeugen.

Ein »Video Service Man«, also einer, der einem den Fernsehempfänger in Ordnung bringt, fordert und erhält in den USA. 6 bis 10 Dollar die Stunde. Den Eigentümern der Empfänger macht dies nicht viel Vergnügen, denn nicht nur, daß dieser Betrag auch für Amerika recht hoch ist, sind obendrein meistens zwei Mann nötig, um die Anlage in Ordnung zu bringen, da ja auch die Antenne nicht so einfach wie bei einem gewöhnlichen Rundfunkgerät ist. Außerdem machen die hohe Röhrenzahl und der komplizierte Aufbau der Fernsehempfänger eine relativ häufige Inanspruchnahme eines Fachmannes nötig. Die Service Men dagegen behaupten, daß sie trotzdem nicht viel verdienen, da sie hohe Aufwendungen für die nicht geringe Zahl der erforderlichen Meßgeräte machen müssen.

# Die Universalmischröhre UCH 4

Die dritte Röhre der neuen U-Serie\*) ist eine Triode-Heptode, die in erster Linie als Mischröhre Verwendung finden wird, dank ihrer universellen Eigenschaften aber auch als Hoch- und Niederfrequenzverstärker und für Spezialzwecke gute Dienste tun kann. So z. B. sind Geräte der neuen Produktion, unter anderen auch der Super 447 U mit den Röhren der U-Serie bestückt, wobei sowohl als Mischröhre als auch in der NF- bzw. ZF-Stufe die UCH 4 verwendet wird.

Die Heizspannung der UCH 4 ist 20 V, der Heizstrom ist, wie bei den U-Röhren einheitlich, mit 0,1 A festgesetzt. Über einer gemeinsamen Kathode sind in dem verhältnismäßig kleinen Glaskolben zwei voneinander völlig getrennte Röhrensysteme angeordnet, so daß man also eine Verbundröhre vor sich hat. Diese Tatsache ist übrigens mit ein Grund für die universelle Verwendbarkeit, denn es kann z. B. das eine System als Zwischenfrequenzverstärker, das andere als NF-Verstärker benützt werden, so daß zwei Einzelröhren durch die UCH 4 ersetzt werden können.

Das eine System ist eine Triode mit einer maximalen Anodenverlustleistung von 0,5 Watt. Das Triodensystem wird

Das zweite Gitter ist als Schirmgitter ausgebildet und liegt betriebsmäßig an einer positiven Spannung. Die nächste Elektrode, Gitter 3 erhält in der Regel wieder eine negative Spannung und erzeugt zwischen Gitter 2 und Gitter 3 eine sogenannte virtuelle Kathode, so daß bei Anlegen einer Wechsellspannung an Gitter 3 der Anodenstrom ebenfalls gesteuert werden kann. Gitter 4 ist wieder ein Schirmgitter und in der Röhre mit Gitter 2 verbunden. Das fünfte Gitter schließlich arbeitet als Bremsgitter und ist mit Kathode verbunden, an der auch die Metallisierung des Kolbens angeschlossen ist. Das Heptodensystem besitzt Regelcharakteristik, d. h. es kann für die Schwundregelung herangezogen werden, ohne daß zu große Verzerrungen oder eine erhebliche Kreuzmodulation befürchtet werden müssen.

## Technische Daten

Heizspannung 20 V

Heizstrom 0,1 A

## Kapazitäten:

### a) Heptode

Eingang (G 1) 5,6 pF

Ausgang (A) 9,7 pF

Gitter 1 — Anode < 0,002 pF

Gitter 1 — Gitter 3 0,2 pF

Gitter 3 — Kathode 9,1 pF

### b) Triode

Eingang (Gitter) 5,9 pF

Ausgang (Anode) 5,2 pF

Gitter-Kathode 2,8 pF

Gitter-Anode 2,1 pF

### c) Heptode-Triode

Gitter 3 mit Gitter der Triode verbunden

gegen Gitter 1 0,25 pF

Gitter 3 mit Gitter der Triode verbunden  
gegen Kathode 13,8 pF

Gitter 3 mit Gitter der Triode verbunden  
gegen Anode-Heptode 0,1 pF

Gitter Triode — Gitter 1 0,1 pF

## Grenzwerte:

### a) Heptode

Anodenspannung, kalt 550 V

Anodenbetriebsspannung 250 V

Anodenverlustleistung 1,5 W

Schirmgitterkaltspannung (G 2, G 4) 550 V

Schirmgitterbetriebsspannung 100 V

( $I_a = 3$  mA)

Schirmgitterbetriebsspannung 250 V

( $I_a = 1$  mA)

Schirmgitterverlustleistung 1 W

Kathodenstrom 15 mA

Widerstand Faden-Kathode 20 kOhm

Spannung Faden-Kathode 150 V

### b) Triode

Anodenspannung, kalt 550 V

Anodenbetriebsspannung 100 V

Anodenverlustleistung 0,5 W

Näheren Aufschluß über die Eigenschaften der UCH 4 geben die Abb. 1 bis 5, woraus die wichtigsten Kennlinien entnommen werden können. Für die Verwendung der UCH 4 als Mischröhre kann von der Schaltung Abb. 6 ausgegangen werden, obwohl natürlich verschiedene Modifikationen möglich sind. Für den Bau von Allstromgeräten ist es wichtig, daß auch bei niedriger Netzspannung (110 V) noch eine einwandfreie Funktion gesichert ist, worauf bei der Entwicklung der Röhre besonders Rücksicht genommen wurde.

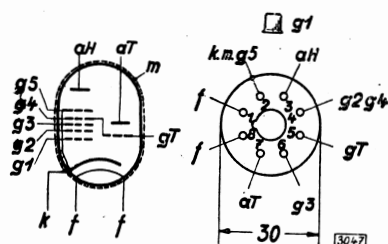


Abb. 1. Die Sockelschaltung der UCH 4

man als Oszillator, vor allem zur Erzeugung der Überlagerungsschwingungen in Superhets verwenden, aber auch als NF-Vorstufe und dgl., wo eben eine extrem hohe Verstärkung nicht erforderlich ist.

Als zweites System ist in der UCH 4 eine Heptode eingebaut, also eine Fünf-gitterröhre. Das der Kathode zunächst liegende Gitter 1 ist das eigentliche Steuergitter. Bei Verwendung der UCH 4 als Mischröhre liegt an Gitter 1 der Eingangsstrom bzw. das Eingangsbandfilter.

Anodenspannung  
Schirmgittervorwiderstand (G 2 + G 4)  
Kathodenwiderstand  
Gitterableitwiderstand (GT + G 3, R 2)  
Gitterstrom (durch R 2)  
Gittervorspannung (G 1)  
Schirmgitterspannung (G 2, G 4)  
Anodenstrom  
Schirmgitterstrom  
Mischsteilheit  
Innenwiderstand  
Äquivalenter Rauschwert

## Betriebswerte der UCH 4 als Mischröhre

100 V	200 V
15,5 kOhm	15,5 kOhm
150 Ohm	150 Ohm
50 kOhm	50 kOhm
0,19 mA	0,19 mA
- 1 V — 15,5 V*	- 2 V — 26,5 V*
50 V 100 V*	100 V 200 V*
1,2 mA	3 mA
3,2 mA	6,5 mA
0,7 mA/V	0,73 mA/V
1,25 Megohm	1,3 Megohm
45 kOhm	55 kOhm

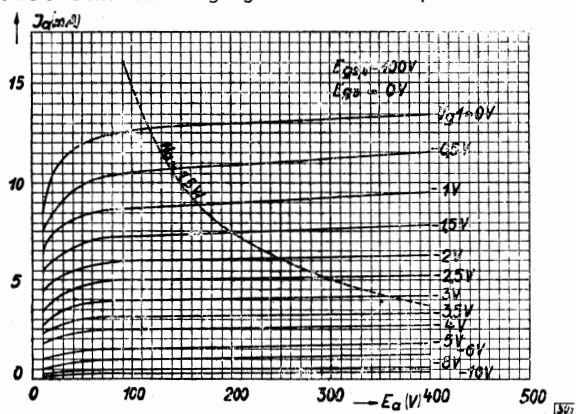


Abb. 2. Statische Kennlinie (Heptode)

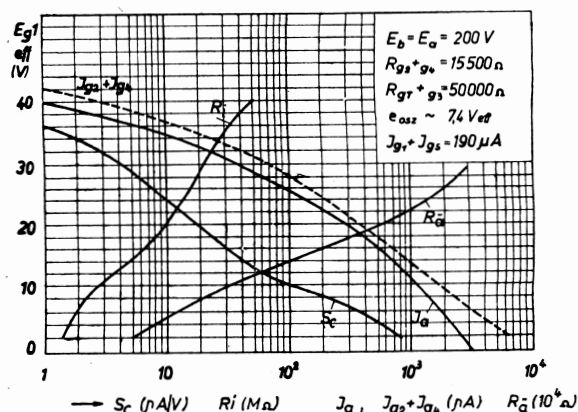


Abb. 3. Regelkennlinien (gleitende Schirmgitterspannung)

\*) Die neuen Röhren der U-Serie werden in Österreich unter dem Namen Triotron von der Firma Philips erzeugt.

Gitter 3 der Heptode ist dabei mit dem Triodengitter verbunden, der Vorwiderstand (R 4) für die Anodenspannung des Triodensystems hat einen Wert von 28 kOhm. Die übrigen Einzelteile der Schaltung haben die üblichen Werte z. B. C 3 und C 9 je etwa 0,1 MF, C 6 2000 pF, C 4 100 pF.

Die UCH 4 kann auch, wie schon erwähnt, als HF- oder ZF-Verstärker verwendet werden. In diesem Falle benützt man nur das Heptodensystem, während das Triodensystem z. B. für die Niederfrequenzverstärkung herangezogen werden kann.

Das Gitter 3 ist dabei mit Kathode verbunden. Es ist natürlich möglich, an Stelle der gleitenden Schirmgitterspannung eine mehr starre zu verwenden, was auch für die Schaltung als Mischröhre gilt. Die angeführten Betriebswerte sollen nur Anhaltspunkte geben für die Dimensionierung der Schaltungen, die ja den jeweiligen Zwecken entsprechend vorgenommen werden muß.

Wie sich die UCH 4 als Phasenumkehr- röhre für einen Gegenkontaktverstärker verwenden läßt, sei in Abb. 7 als Beispiel für die mannigfaltige Anwendungsmöglichkeit dieser Röhre angeführt.

Das Heptodensystem ist als widerstandsgekoppelter Niederfrequenzverstärker geschaltet, ähnlich einer HF-Pentode. Ein Teil der Anodenwechselspannung wird an R 6 abgegriffen und dem Steuergitter des Triodensystems zugeführt. Auch diese Röhre arbeitet in Widerstandskopplung und an deren Anodenwiderstand R 4 tritt somit eine Wechselspannung auf, die gegenüber der an R 5 und R 6 abgenommenen um 180 Grad phasenverschoben ist. Bei richtiger Dimensionierung der Schaltung sind diese beiden Wechselspannungen einander gleich und können somit über C 4 bzw. C 5 den Gittern der im Gegentakt geschalteten Endröhren zugeführt werden. Richtwerte für die Dimensionierung gibt folgende Tabelle.

Der Arbeitswiderstand der Triode beträgt dabei 0,1 Megohm (R 4), für die übrigen Schaltelemente gilt: C 1 50 MF, C 2 0,1 MF, C 3, C 4, C 5 je 20.000 pF, R 2 1 Megohm, R 7, R 8 je 0,7 Megohm.

\*) Für Regelung 1:100.

Es ist natürlich auch möglich, in dieser Stufe Gegenkopplung anzuwenden.

Ein gutes Beispiel für die Verwendung der UCH 4 und der neuen U-Röhren überhaupt ist die Schaltung des Gemeinschaftssupers S 447 U (siehe Heft 5/1946). Durch einen Zeichenfehler sind dort in der Mischstufe Gitter 3 und Triodengitter mit Kathode verbunden, was hiermit dahin richtig gestellt sei, daß beide Gitter zwar miteinander, aber sonst nur mit dem Gitterkomplex in Verbindung stehen. Die Mischstufe ist also ähnlich wie in Abb. 6 geschaltet, der Kathodenwiderstand entfällt hier, weil die Gittervorspannung für alle Röhren von einem gemeinsamen Widerstand (130 Ohm) abgenommen wird. Als ZF-Stufe wirkt das Heptodensystem der zweiten UCH 4, und von dem im Anodenkreis dieser Röhre liegenden Bandfilter werden die Diodenstrecken der Endröhre, einer UBL 1 gespeist. Die demodulierte Signalspannung gelangt dann über den Lautstärkereger an das Gitter des Triodensystems der zweiten UCH 4, wird dort in Widerstandskopplung verstärkt und wird schließlich an das Steuergitter des Pentodensystems der UBL 1 geführt. Mit nur drei Röhren ist es also möglich, einen vollwertigen Vierröhrensuper zu bauen.

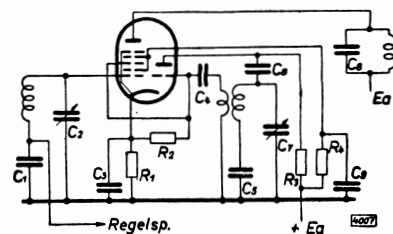


Abb. 6. Die UCH 4 als Mischröhre

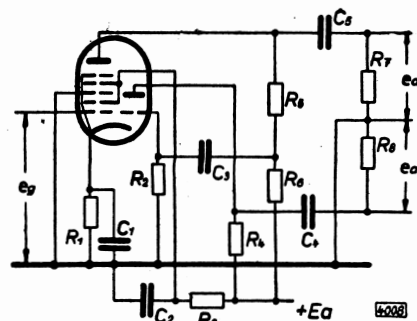


Abb. 7. Schaltung als Phasenumkehr- röhre

#### Betriebswerte als ZF- und HF-Verstärker

Anodenspannung	100 V	200 V
Schirmgittervorwiderstand (G 2 + G 4)	0	30 kOhm
Gittervorspannung (G 1)	- 2 V - 13 V*)	- 8 V - 27 V*)
Schirmgitterspannung	100 V	95 V
Anodenstrom	6 mA	5,2 mA
Schirmgitterstrom	4 mA	3,5 mA
Steilheit	2,3 mA/V	2,2 mA/V
Innerer Widerstand	0,25 Megohm	0,7 Megohm
Äquivalenter Rauschwiderstand	10 kOhm	9 kOhm

#### Betriebswerte als Phasenumkehr- röhre

Anodenspannung	100 V	100 V	200 V	200 V
Anodenwiderstand R 5 (Heptode)	0,1 Megohm	0,2 Megohm	0,1 Megohm	0,2 Megohm
Anodenwiderstand R 6 (Heptode)	8 kOhm	16 kOhm	8 kOhm	16 kOhm
Schirmgittervorwiderstand R 3	0,1 Megohm	0,2 Megohm	0,1 Megohm	0,2 Megohm
Anodenstrom (Heptode Triode)	1,2 mA	1 mA	2,7 mA	2 mA
Schirmgitterstrom	0,66 mA	0,38 mA	1,35 mA	0,75 mA
Kathodenwiderstand (R 1)	500 Ohm	750 Ohm	500 Ohm	750 Ohm
Verstärkung (ea/eg)	60	70	80	90
Gitterwechselspannung für 10 V eff Ausgangsspannung	0,165 Veff	0,14 Veff	0,125 Veff	0,11 Veff
Klirrfaktor	4,5%	6%	1,4%	1,4%

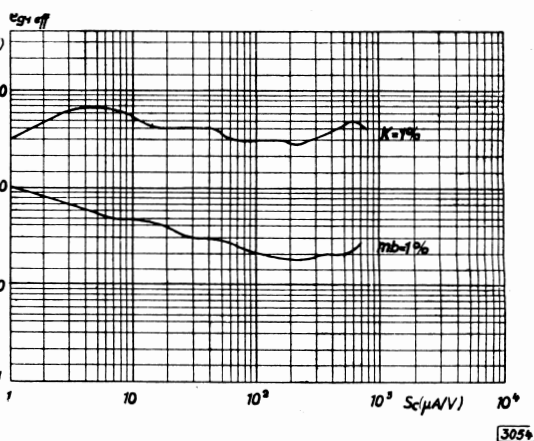
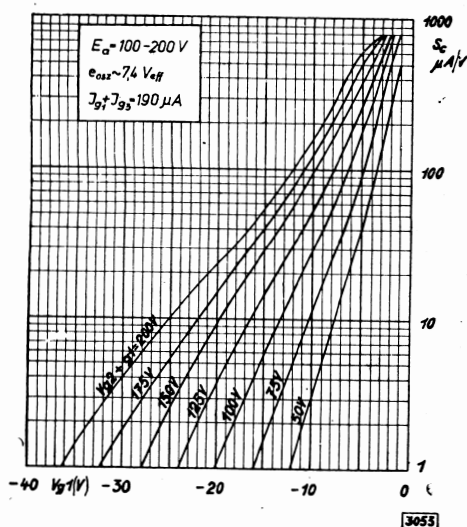


Abb. 4 (links). Regelkennlinien für feste Schirmgitterspannungen

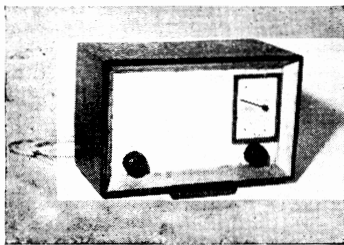
Abb. 5 (rechts). Klirrfaktor und Kreuzmodulation



# Ein trennscharfer Ortsempfänger mit 2 Röhren

**Kurzbeschreibung:** Zweiröhrensuper für besonders trennscharfen Bezirksempfang. Wechselstromausführung, ein Bereich (Mittelwellen). Röhrenbestückung: 1  $\times$  ECH 4, 1  $\times$  EBL 21 oder Ersatztypen.

In Städten mit mehreren Sendern größerer Leistung, bildet deren Trennung mit kleineren Empfängern einige Schwierigkeiten. Wohl ist es möglich, durch lose Antennenkopplung auch mit Ein- und Zweikreisempfängern in Geradeauschaltung einigermaßen befriedigenden Empfang zu erhalten, doch erfordert einerseits die Bedienung des Empfängers eine gewisse Geschicklichkeit, andererseits aber bringt die lose Antennenkopplung einen Rückgang der Lautstärke mit sich.



Das fertige Gerät

Da derzeit auch in Wien mehrere Sender in Betrieb sind, und deren Leistung, wie verlautet, sogar noch erhöht werden soll, mußte ein Empfangsgerät entwickelt werden, mit dem bei einfacher Bedienung störungsfreier Empfang auch knapp beieinanderliegender Stationen möglich ist. Wir haben verschiedene Versuche unternommen und sind über Zwei- und Dreikreis-Geradeausempfänger schließlich bei einem Kleinsuper gelangt, wie ihn tieferstehendes Prinzipschaltbild zeigt. Um den etwas höheren Materialaufwand gegenüber einem Geradeausempfänger zu rechtfertigen, wurde auf eine gute Klangwiedergabe des Empfängers besonderes Augenmerk gerichtet, so daß mit diesem Gerät auch einwandfreie Schallplattenwiedergabe möglich ist.

Im Prinzip handelt es sich um einen 2stufigen Super mit nur einem Zwischenfrequenz-Bandfilter. Der Eingangskreis ist natürlich im Interesse einer ausreichenden Vorselektion abgestimmt, so daß insgesamt 3 abgestimmte Kreise zur Verfügung stehen. Mit dem Oszillator sind es allerdings 4 Kreise, da dieser jedoch auf die Trennschärfe keinen Einfluß hat, wird er normalerweise nicht mitgezählt.

Der abgestimmte Eingangskreis, der die ankommende Empfangsspannung induktiv über eine Antennenwicklung erhält, liegt an Gitter 3 des Hexodenteiles einer Mischröhre ECH 4. Gitter 1 und 2 — letzteres ist mit Gitter 4 im Innern der Röhre verbunden, — dienen zur Erzeugung der Oszillator-Frequenz. Im Anodenkreis des Hexodenteiles der ECH 4 liegt die Primärseite des ZF-Bandfilters. Der Sekundärkreis dieses Filters liegt einpolig an einer der beiden Diodenstrecken der EBL 21, das andere Ende führt über

Widerstände und Kondensatoren, welche zur Ausübung restlicher Hochfrequenz dienen, an ein als Lautstärkeregler geschaltetes Potentiometer mit 0.5 bis 1 Megohm Widerstand und logarithmischer Regelkurve. Vom Schleifer dieses Potentiometers gelangt die Niederfrequenzspannung zurück zum Triodenteil der ECH 4, in dem die Vorverstärkung erfolgt, um die Lautsprecherröhre auch bei schwächeren Sendern aussteuern zu können. Der Arbeitswiderstand der Triode hat einen Wert von 0.3 Megohm und liegt über einen Siebwiderstand von 30 kOhm an der vollen Anodenspannung. Der Blockkondensator von 0.5 MF dient zur Siebung und ist im Interesse einer brumfreien Wiedergabe unbedingt erforderlich, notfalls sogar bis 2 MF zu vergrößern.

Die Elektrode liegt über zwei Schutzkondensatoren von 50.000 und 10.000 pF parallel zum Potentiometer, so daß der Lautstärkeregler auch bei Schallplattenwiedergabe wirksam ist. Zwischen Potentiometer und Kathode der EBL 21 liegt ein 500 Ohm-Widerstand, der für den Grad der Gegenkopplung bestimmend ist. Die Gegenkopplungsspannung wird von der Sekundärseite des Ausgangsübertragers abgenommen und über den frequenzbestimmenden 0.2 MF-Kondensator und einen mit ihm in Reihe liegenden 2 kOhm-Widerstand in Abhängigkeit von der Stellung des Lautstärkereglers dem Steuergitter der Triode zugeführt. In dieser Schaltung erhält man eine auf beide Niederfrequenzstufen wirksame Gegenkopplung.

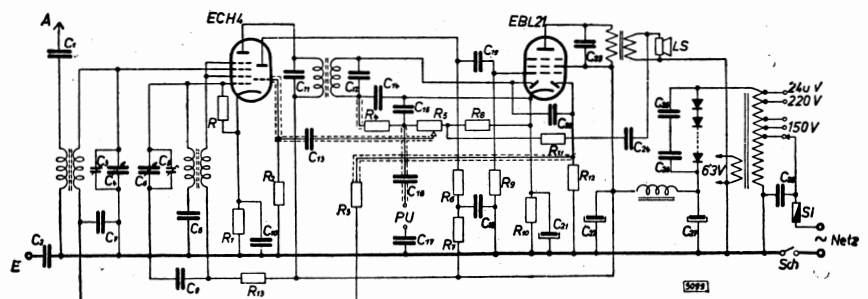
An der zweiten Diodenstrecke der Duodiode-Endpentode EBL 21 wird die an der Anode des Hexodenteiles auftretende verstärkte Hochfrequenzspannung gleichgerichtet und über einen Widerstand von 2 Megohm und die Gitterkreisspule des Eingangskreises an das Gitter 3 der ECH 4 zurückgeführt. Diese Schaltungsart ist als Fading-Automatik sicherlich bekannt, soll aber in diesem Falle, — da Ortsempfang normalerweise kein Fading aufweist, — den Verstärkungsgrad der ersten Röhre beim Empfang starker Sender herabsetzen, um Übersteuerung zu vermeiden. Eine antennenseitige Regelung wäre nicht nur komplizierter durchzuführen, sondern hat auch den Nachteil, daß für Schallplattenwiedergabe ein eigener niederfrequenzseitiger Regler vorgesehen werden müßte.

Über die Endstufe selbst ist wohl nicht viel zu sagen. Über einen Kopplungskondensator von 20.000 pF gelangt die Niederfrequenzspannung von der Anode der Vorröhre an das Steuergitter. Der Gitterableitwiderstand hat einen Wert von 0.7 Megohm, soll aber 1 Megohm keinesfalls überschreiten. Die Gittervorspannung entsteht durch Spannungsabfall an einem in der Kathode liegenden Widerstand von 150 Ohm, welcher zur besseren Wiedergabe der tieferen Frequenzen mit einem Niedervolt-Elko von 25 bis 100 MF überbrückt ist.

Zur Abstimmung dient ein Zweifach-Drehkondensator mit 450 bis 500 pF Endkapazität. Die eine Hälfte dient zur Abstimmung des Eingangskreises, die andere zur Abstimmung des Oszillatorkreises. Zur Erzielung eines einwandfreien Gleichlaufes über den ganzen Mittelwellenbereich liegt in Reihe mit der Oszillatorkapsule und dem Drehkondensator ein Verkürzungskondensator (Padding) mit 400 pF Kapazität. Dieser Wert richtet sich zwar grundsätzlich nach der Endkapazität des verwendeten Drehkondensators, wird aber für die meisten handelsüblichen Ausführungen beibehalten werden können. Eine Ausführung mit Glimmer- oder Calitdielektrikum ist von Vorteil. Parallel zu den beiden Drehkondensatoren sind kleine Trimmer mit etwa 30 bis 40 pF Endkapazität angeordnet, welche zur Einstellung des Gleichlaufes unbedingt erforderlich sind. Der Padding dient in dieser Schaltung gleichzeitig als Gitterkondensator, so daß ein solcher entfallen konnte.

Die über die Oszillator-Rückkopplungsspule an Gitter 2 und 4 der Mischröhre liegende Spannung wird durch einen 30 kOhm-Widerstand auf den vorgeschriebenen Wert reduziert. Zur Überbrückung für Hochfrequenz dient der von diesem Widerstand gegen Chassis liegende 0.5 MF-Kondensator. An dieser Stelle würde auch eine Kapazität von 0.1 MF ausreichen, doch war der Wert durch Einbau eines Becherkondensators mit einer Kapazität von 2 mal 0.5 MF gegeben. Zwischen Antennen- und Erdbuchse einerseits und Antennenspule andererseits liegen Schutzkondensatoren von 1000 bzw. 5000 pF, da das Chassis durch die angewendete Netzteilerschaltung mit dem Lichtnetz leitend in Verbindung steht.

Der Netzteil besteht aus einem kleinen Transformator, welcher primärseitig auf



Die Schaltung



die gebräuchlichen Netzspannungen umschaltbar ist und sekundärseitig lediglich die Heizspannung für die beiden Empfängeröhren liefert (6,3 Volt, 1,5 A). Der Anschluß des zur Netzgleichrichtung verwendeten Trockengleichrichters erfolgt an die 240 Volt-Anzapfung der Primärwicklung, sodaß der Apparat auch bei Betrieb mit niedrigerer Netzspannung (z. B. 110 V) ständig mit voller Leistung arbeitet. Parallel zum Gleichrichter liegen zur Unterdrückung des Modulationsbrummes 2 hintereinander geschaltete 50.000 pF-Kondensatoren. Diese Maßnahme war notwendig, da ein 20.000 pF-Kondensator mit genügend hoher Prüfspannung in den seltensten Fällen erhältlich ist. Wird der Transformator mit einer zweiten Heizwicklung (4 Volt, 1 A) versehen, kann die Gleichrichtung auch mit einer geeigneten Röhre (AZ 1, AZ 11 u. ä.) erfolgen. Der Grund für die Verwendung eines Trockengleichrichters war bei diesem Gerät lediglich der geringe zur Verfügung stehende Raum. Der — meist rot bezeichnete — Pluspol des Gleichrichters liegt am Sammelkondensator, einem Elektrolyt mit 10 MF Kapazität, geeignet für eine Betriebsspannung von 350 V. Hinter der Siebdrossel mit 100 bis 200 Ohm Widerstand liegt abermals ein Elektrolyt mit gleicher Kapazität und Betriebsspannung. Eine Vergrößerung der beiden Siebkondensatoren bis 32 MF kann im Interesse sein, jedoch ist in diesem Falle zwischen Gleichrichter und Netztransformator ein Widerstand von etwa 100 Ohm und 2 W Belastbarkeit vorzusehen, um den Gleichrichter vor Überbelastung durch den Einschaltstromstoß zu schützen.

Parallel zum Lichtnetz liegt ein Kondensator mit 500 bis 10.000 pF Kapazität mit einer Prüfspannung von mindestens 1500 V. Netzschalter ist im Originalgerät keiner vorgesehen, doch kann dieser an beliebiger Stelle montiert werden, oder aber es wird zur Lautstärkeregelung ein kombiniertes Potentiometer mit Netzschalter verwendet. Wichtig ist auch, daß die Empfängerheizwicklung einpolig mit Chassis verbunden wird, um Brummstörungen zu vermeiden. Der parallel zur Primärseite des Ausgangsrafos liegende Kondensator hat einen Wert von 5000 pF, kann aber je nach gewünschter Klangfarbe beliebig verkleinert oder vergrößert werden. Auch ist der Einbau einer Tonblende möglich, die aus einem Kondensator von etwa 80.000 pF bis 0,1 MF und einem in Serie geschalteten Potentiometer mit 50.000 Ohm bis 0,1 MegOhm besteht und ebenfalls parallel zur Primärseite des Ausgangsübertragers zu legen ist.

Der Aufbau ist sehr gedrängt, da der Empfänger in eine handelsübliche Lautsprecherkassette, welche komplett mit einem Lautsprecher guten Wirkungsgrades und zugehörigem Ausgangsübertrager geliefert wird, eingebaut werden sollte. Für das Chassis ergaben sich demnach Abmessungen von 230×95×50 mm. Es besteht aus Aluminiumblech von etwa 1 mm Stärke und wird am besten selbst hergestellt. Die Photos — im Bedarfsfalle der Verdrahtungsplan, der vom Verlag in Originalgröße bezogen werden kann — zeigen die Aufteilung der einzelnen Bestandteile. Die Frontplatte, wel-

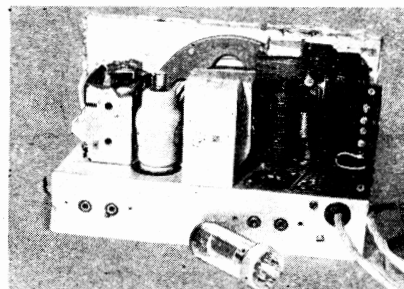
che mit geschmackvoller Stoffbespannung ebenfalls im Gehäuse bereits vorhanden ist, wird mit dem Chassis verschraubt, so daß Lautsprecher und Empfänger eine Einheit bilden, welche unabhängig vom Gehäuse betriebsfähig ist. Der Lautsprecher sitzt in der Mitte, links davon haben Netztransformator, der Trockengleichrichter, die Endröhre und der Ausgangstransformator Aufstellung gefunden. Letzterer liegt über dem Gleichrichter, so daß dieser im Photo nicht sichtbar ist.

Unmittelbar hinter dem Lautsprecher steht der abgeschirmte Zwischenfrequenz-Transformator, rechts davon die ECH 4 und der Zweifachdrehkondensator mit zugehörigen Trimmern. Alle übrigen Bauteile wie Eingangs- und Oszillator-spule, Siebdrossel, Elkos, Potentiometer und die diversen Widerstände und Kondensatoren sind unterhalb des Chassis untergebracht. An der Rückseite sind zwei Buchsenleisten mit je 2 Buchsen für Antenne-, Erd- und ED-Anschluß befestigt.

Da eine handelsübliche Skala für dieses Gerät zu groß gewesen wäre, wurde der Feintrieb selbst hergestellt. Auf der Achse des Zweifach-Drehkondensators, welche so lang sein muß, daß sie etwas durch die Frontplatte durchragt bzw. entsprechend verlängert werden muß, sitzt eine Pertinaxscheibe oder Blechtrommel mit etwa 50 mm Außendurchmesser. Der Antrieb dieser Scheibe erfolgt von einer symmetrisch zum Lautstärkereger angeordneten Achse über eine Triebsschnur, welche mit einer Feder versehen ist, um eine sichere Funktion zu ermöglichen. Auf der durchragenden Drehko-Achse wird ein Zeiger befestigt, der die auf einem weißen Zeichenkarton vermerkten Stationen einzustellen gestattet. Im Interesse eines gefälligeren Ansehens ist dieses Skalenblatt von einem kleinen Holzrahmen umrandet. Die Lagerung der Antriebsachse erfolgt einerseits im Chassis, andererseits in einem U-förmig gebogenen Eisenwinkel. Ebenfalls auf einem Winkel ist die Oszillatorschale montiert, dieser muß jedoch eine Bohrung erhalten; um eine Verstellung des HF-Eisenkernes vornehmen zu können. An dieser Stelle sei auch noch erwähnt, daß statt der ECH 4 mit gleichem Erfolg eine ECH 21, an Stelle der EBL 21 eine EBL 1 oder ABL 1 verwendet werden kann.

Um den Nachbau weitestgehend zu vereinfachen, wurden als Spulen durchwegs handelsübliche Ausführungen verwendet. Wer sie sich selbst anfertigen will, kann die Daten der Tabelle entnehmen. Eingangs- und Oszillator-Spulen-gruppe sind jeweils normale Mittelwellen-Audiospulen mit verstellbarem HF-Kern, bei denen die Rückkopplungswicklung unbenutzt bleibt. Von der als Oszillator verwendeten Spule sind von der Gitterkreiswicklung 20 Windungen abzuwickeln. Im Oszillatorteil wurde die, ursprünglich als Antennenspule vorgesehene Wicklung zur Rückkopplung verwendet. Der ZF-Transformator ist ebenfalls eine normale Ausführung für 468 Hz und muß nicht unbedingt abgeschirmt sein. Wichtig sind nur kleine Abmessungen, da der Platz hinter dem Lautsprecher sehr knapp ist. Wird der Empfänger — wogegen keinerlei Bedenken bestehen — auf einem größeren

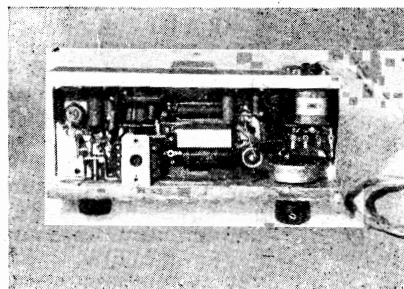
Chassis aufgebaut, gestaltet sich der Nachbau natürlich etwas einfacher. Prinzipiell soll jedoch die Aufteilung der Bestandteile, wenn auch in lockerer Form, beibehalten werden, da sie kürzeste Verbindung gewährleistet. Abzuschirmen sind nur die Verbindungen von 50 kOhm-Widerstand zum Lautstärkereger und von dessen Schleifer zum Steuergitter der Triode. Der in dieser Leitung liegende 10.000 pF-Kondensator ist ebenfalls mit einem Mantel zu versehen, welcher mit



Der Apparat von rückwärts

Bezugsleitung (Chassis) zu verbinden ist. Für die Einstellung der Sekundärseite des ZF-Bandfilters ist im Chassis eine Bohrung vorzusehen, welche bei der Verdrahtung nicht durch Widerstände oder Kondensatoren verdeckt werden soll.

Nach Fertigstellung des Gerätes wird die Leitungsverlegung an Hand des Schalt-schemas gewissenhaft überprüft, um die Zahl der möglichen Fehlerquellen weitestgehend zu vermindern. Dem Abgleich des Oszillator- und Vorkreises geht die Einstellung des ZF-Bandfilters auf die vorgeschriebene Frequenz von 468 kHz voraus, dabei leistet ein Messender oder auch z. B. das derzeit im Handel befindliche Abgleichgerät „Auto-Oszillator“ wertvolle Dienste. Ist dieser Arbeitsgang erledigt, folgt die Justierung des Empfangsbereiches durch Verstellen des Ei-



Ansicht von unten

senkernes und des Paralleltrimmers des Oszillatorkreises. Da wir den Wert des Serienkondensators (Padding) als feststehend annehmen, erfolgt die Begrenzung nach oben mit Hilfe des HF-Eisenkernes derart, daß die Wellenlänge von etwa 590 Meter noch empfangen werden kann.

Bei Fehlen geeigneter Meßgeräte wird der Eisenkern so eingestellt, daß der Sender Wien I ungefähr  $\frac{1}{8}$  vor dem Ende der Skala erscheint. Dann wird der Drehkondensator ausgedreht und der Oszillator-Paralleltrimmer so verstellt, daß der Sender Rot-Weiß-Rot knapp vor dem Skalenende hörbar ist.

(Schluß auf Seite 66)

### Richtigstellungen:

In der letzten Folge war bei der Anzeige der Firma Radio **Brechtel**, Wien XV, Kürnberggasse 8, ein sinnstörender Druckfehler unterlaufen, es stand **Heizwiderstände** 900—1000  $\Omega/4$  W, richtig sollte es heißen **Heizwiderstände** 600—1000  $\Omega/40$  W.

Bei der Anzeige der Firma **Elka Karl Fischer**, Wien III, war die Hausnummer verdruckt. Es stand Hainburgerstraße 2, richtig soll es Hainburgerstraße **21** heißen.

Eigentümer, Herausgeber und Verleger: Österreichischer Arbeiter-Radiobund, Für den Inhalt verantwortlich: Eduard Rudy; alle Wien, V., Margaretengürtel 124 „Lapidar“-Druck, Wien V, Schloßgasse 18a.

Entwurf, Berechnung und Bau von Geräten und Einzelteilen der Hoch- und Niederfrequenztechnik, sowie Durchführung von Reparaturen und allen einschlägigen Arbeiten. Anfertigung von fabriksreifen Unterlagen

**ROLAND SCHMIDT**

Wien XII, Schönbrunner Schloßstraße 46, • Telefon R 33 1 45 U

**RADIO** Fachberatung bei  
*Reparatur • Umbau • Tausch u. Kauf*

*Elektro Redl*

WIEN VI, GUMPENDORFERSTR. 88b • A 37-0-12

**PRIMORIS-RADIO**

WIEN VI, AEGIDIGASSE 5 A 35-3-28

Reparaturen, Tausch, Einkauf

Verkauf von Bestandteilen, Röhren, etc.

**Radio-Reparaturen**

**FRANZ XANDNER**

Beleuchtungskörper Elektrogeräte

Wien IX, Währinger Straße 56 • A 13-2-44

**Elektro-Radio**

Heiz- und Kochgeräte / Beleuchtung / Elektro- und Radiomaterial / Reparaturen / Einkauf / Verkauf / Tausch

**Georg Pogorelsky**

Wien IV, Suttnerplatz 2, Tel. U 4-45-16  
(Anfang Wiedner Hauptstraße)

»SM« **die Kleinsuper-Propellerskala**

»SM« **Radiogehäuse mit Trieb und Skala**

»SM« **Drehknöpfe**

Hersteller: Radio- und elektromechanische Werkstätte  
**Mathias Skarits** Wien IX, Nußdorfer Straße 61 Tel. A-11-3-61 L



KOFFERGRAMMOPHONE

RADIOAPPARATE

SCHALLPLATTEN

BELEUCHTUNGSKÖRPER

ELEKTROGERÄTE

RADIOMATERIAL

ELEKTROMATERIAL

RADIOREPARATUREN

Gut und preiswert bei  
**RADIO-HUTTERER**

WIEN XV, REINDORFGASSE 37-39 TEL. R 35-4-26



## Öffentliche Warnung!

Jedermann der Forderungen gegen die Firmen

**MINERVA-RADIO**

Wien VII, Zieglergasse 11  
und

**EUMIG-RADIO**

Wien X, Buchengasse 11—13

gerichtlich geltend zu machen hat, wird dringend empfohlen, dies innerhalb einer klaren Frist von 3 Jahren zu tun, da diese Firmen sonst, wie gegenüber Forderungen unserer Firma, vor Gericht Verjährung geltend machen.

**ING. KARL NOWAK**

Spezialfabrik für  
Hochvakuum- und Elektrotechnik

**Wien VI, Mollardgasse 8**